



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**REHABILITACIÓN DE UN MOTOR CORSA 1.4 PARA EL USO  
DIDÁCTICO EN LOS TALLERES DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ.**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**CARLOS ALBERTO ARMIJOS ARMIJOS**

**DIRECTOR: ING. ALEXANDER PERALVO**

**Quito, Septiembre 2014**

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2014  
Reservados todos los derechos de reproducción

## DECLARACIÓN

Yo **CARLOS ALBERTO ARMIJOS**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

Carlos Alberto Armijos Armijos  
C.I. 171813278

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**REHABILITACIÓN DE UN MOTOR CORSA 1.4 PARA EL USO DIDÁCTICO EN LOS TALLERES DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ.**”, que, para aspirar al título de **Ingeniero Automotriz** fue desarrollado por **CARLOS ALBERTO ARMIJOS ARMIJOS**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.

---

ING. ALEXANDER PERALVO. MSC.

**DIRECTOR DEL TRABAJO**

C.I. 171813344-8

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por su gran esfuerzo y tenaz paciencia, que supieron guiarme, me enseñaron con su ejemplo a luchar por mis metas y por mis convicciones. Todo lo que hoy soy se lo debo a mi padre, a mi madre, a mi hermana, a mis queridos abuelos y amigos.

Con mi esfuerzo y dedicación espero ser digno de su fe depositada en mí.

Carlos Armijos

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer profundamente al cuerpo docente, parte fundamental de esta ilustre institución que me abrió las puertas y me formó, no solo como un buen profesional sino y por sobre todo como un buen ser humano.

Agradezco a mis padres por ser motor incesante que me empujaron día a día a superarme y a dar siempre lo mejor de mí.

Sobre todo a ti Dios por ser la mano que guía mi camino, por reconfortarme y darme la fuerza cuando me sentía vencido y a todas aquellas personas que a lo largo de mi camino han podido darme un empujón para saber valorar mi vida.

Carlos Armijos

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
<b>RESUMEN</b> .....	<b>XIX</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XX</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>2</b>
2.1. MOTOR CORSA 1.4 MPFI .....	4
2.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS .....	5
2.3. SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA MPFI .....	5
2.3.1. SUMINISTRO DE AIRE .....	7
2.3.1.1. Válvula de Control de Relanti .....	8
2.3.2. DOSIFICACIÓN DE COMBUSTIBLE .....	9
2.3.2.1. Depósito de combustible .....	10
2.3.2.2. Bomba de combustible .....	10
2.3.2.3. Regulador de presión .....	11
2.3.2.4. Riel de Inyectores .....	12
2.3.2.5. Inyector .....	13
2.4. GESTIÓN ELECTRÓNICA DEL MOTOR .....	14
2.4.1. UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICA (ECM) .....	15
2.4.1.1. Conformador de impulsos .....	16

	<b>PÁGINA</b>
2.4.1.2. Convertidor analógico digital.....	16
2.4.1.3. Microprocesador .....	16
2.4.1.4. Memoria Rom .....	17
2.4.1.5. Memoria Prom .....	17
2.4.1.6. Memoria Ram .....	17
2.5. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICA .....	18
2.5.1. AUTO ADAPTACIÓN DEL SISTEMA.....	18
2.5.2. AUTO DIAGNOSIS.....	18
2.5.2.1. Señalización de fallos durante la puesta en marcha.....	18
2.5.2.2. Señalización de fallos durante la fase de funcionamiento .....	18
2.5.3. CONTROL DE ARRANQUE EN FRÍO .....	19
2.5.4. REGULACIÓN DEL TIEMPO DE INYECCIÓN. ....	20
2.5.4.1. Gestión de lazo abierto .....	20
2.5.4.2. Gestión de lazo cerrado.....	21
2.5.5. REGULACIÓN DEL ENCENDIDO.....	22
2.5.6. CONTROL DE GESTIÓN DEL RELANTI .....	23
2.5.7. CONTROL DEL ELECTROVENTILADOR .....	24
2.6. MEDICIÓN (SENSORES).....	24
2.6.1. SENSOR DE POSICIÓN DE LA ALETA DE ACELERACIÓN (TPS).....	24
2.6.2. SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE ENTRADA (IAT) ....	25

	<b>PÁGINA</b>
2.6.3. SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL (CKP) .....	26
2.6.4. SENSOR DE PRESIÓN DE AIRE ABSOLUTA (MAP) .....	27
2.6.5. SENSOR DE OXÍGENO (EGO) .....	28
2.6.6. SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE (ECT) .....	29
2.7. SISTEMA DE ENCENDIDO DIS (DIRECT IGNITION SYSTEM) .....	30
<b>3. METODOLOGÍA .....</b>	<b>33</b>
3.1. REHABILITACIÓN DEL MOTOR CORSA 1.4 .....	33
3.1.1. SITUACIÓN INICIAL DEL MOTOR .....	33
3.2. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL MOTOR CORSA 1.4 .....	35
3.2.1. ELABORACIÓN DE LA ESTRUCTURA METALICA .....	35
3.2.2. PLANOS DE LA ESTRUCTURA .....	36
3.2.3. PINTURA	36
3.2.4. CONTROL DE ACELERACIÓN .....	37
3.2.5. SEGURIDADES .....	38
3.2.6. SELECCIÓN ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA DE LOS ELEMENTOS DEL BANCO DE PRUEBAS .....	39
3.2.6.1. Luz de Anomalía (MIL) .....	40
3.3. ADAPTACIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE CORSА WIND AL CORSА EVOLUTION .....	40

	<b>PÁGINA</b>
3.3.1. INSPECCIÓN E INSTALACIÓN DEL CABLEADO DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRONICA DEL CORSA WIND AL EVOLUTION .....	43
3.3.2. VERIFICACIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ENCENDIDO DIS .....	45
3.3.3. ADAPTACIÓN DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE.....	47
3.4. INSTALACIÓN E INSPECCIÓN DE LOS ACTUADORES .....	49
3.4.1. INSPECCIÓN DE LOS INYECTORES .....	49
3.4.2. INSPECCIÓN DE VALVULA PASO A PASO IAC .....	49
3.5. INSTALACIÓN E INSPECCIÓN DE LOS SENSORES .....	50
3.5.1. INSTALACIÓN DE SENSOR DE PRESIÓN ABSOLUTA (MAP) ....	50
3.5.2. INSTALACIÓN E INSPECCIÓN DEL SENSOR DE POSICIÓN DE LA ALETA DE ACELERACIÓN (TPS) .....	51
3.5.3. SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE.....	53
3.5.4. SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE (IAT) .....	54
3.5.5. INSPECCIÓN E INSTALACIÓN DE SENSOR DE OXÍGENO (O <sub>2</sub> ).....	55
3.5.6. SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL (CKP) .....	56
<b>4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>57</b>
4.1. PRÁCTICAS EN EL MOTOR CORSA 1.4.....	58
4.1.1. CÓDIGOS DE FALLA DEL MOTOR CORSA 1.4.....	58

	<b>PÁGINA</b>
4.2. CONECTOR PARA PRUEBAS CON LA LUZ DE TESTIGO MIL.....	59
4.3. CÓDIGOS DE FALLA DEL MOTOR CORSA 1.4.....	60
4.3.1. CÓDIGO 24: SENSOR DE VELOCIDAD (NINGUNA VELOCIDAD DEL VEHÍCULO).....	60
4.3.2. CÓDIGO 93: FALLA EN EL MODULO QUAD DRIVER 8 .....	61
4.4. PRÁCTICAS EN EL BANCO DE PRUEBAS .....	62
4.4.1. RECOMENDACIONES PARA EL USO BANCO DE PRUEBAS. ....	62
4.4.2. USO DE LAS GUIAS DE PRÁCTICAS EN EL BANCO DE PRUEBAS .....	62
4.4.2.1. Práctica N <sup>0</sup> 1: Sensor de temperatura del refrigerante. ....	63
4.4.2.2. Práctica N <sup>0</sup> . 2: Sensor de la mariposa de aceleración.....	65
4.4.2.3. Práctica N <sup>0</sup> . 3: Sensor de presión en el colector.....	67
4.4.2.4. Practica N <sup>0</sup> 4: Sensor de temperatura del aire de la admisión.....	69
4.4.2.5. Práctica N <sup>0</sup> . 5: sensor de oxígeno (EGO) .....	71
4.4.2.5 Práctica N <sup>0</sup> 6: Sensor posición del cigüeñal (CKP).....	73
4.4.2.6. Práctica N <sup>0</sup> 7: Válvula paso a paso de relanti (IAC).....	75
4.4.2.7. Práctica N <sup>0</sup> 8: Comprobación de los inyectores del sistema...	77
4.4.2.8. Practica N <sup>0</sup> 9: Inspección del circuito del sistema.....	79
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>83</b>
5.1. CONCLUSIONES .....	84

	<b>PÁGINA</b>
5.2. RECOMENDACIONES.....	85
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>88</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>PAGINA</b>
<b>Tabla 1.</b> Especificaciones técnicas del motor corsa 1.4 .....	5
<b>Tabla 2.</b> Compresión del motor corsa 1.4.....	34
<b>Tabla 3.</b> Especificaciones técnicas de tubería cuadrada.....	35
<b>Tabla 4.</b> Comparación de sensores corsa wind a corsa evolution.....	41
<b>Tabla 5.</b> Comparación de actuadores corsa wind a corsa evolution.....	42
<b>Tabla 6.</b> Comparación de módulos electrónicos.....	42
<b>Tabla 7.</b> Pines y conectores a y b de la unidad de control electrónica .....	44
<b>Tabla 8.</b> Pines y conectores c y d.....	45
<b>Tabla 9.</b> Código de fallas del motor corsa .....	58
<b>Tabla 10.</b> Diagrama de flujo sensor de velocidad.....	60
<b>Tabla 11.</b> Resistencia del sensor.....	63
<b>Tabla 12.</b> Voltaje de señal. ....	64
<b>Tabla 13.</b> Valores de resistencia .....	65
<b>Tabla 14.</b> Señales de voltaje .....	66
<b>Tabla 15.</b> Voltaje de señal .....	67
<b>Tabla 16.</b> Resistencia del sensor.....	69
<b>Tabla 17.</b> Voltaje de señal .....	70
<b>Tabla 18.</b> Voltaje de señal .....	72
<b>Tabla 19.</b> Voltaje de señal .....	74
<b>Tabla 20.</b> Resistencia de los bobinados .....	75
<b>Tabla 21.</b> Voltaje de activación.....	78

	<b>PÁGINA</b>
<b>Tabla 22.</b> Resistencia de los inyectores .....	78
<b>Tabla 23.</b> Pines y conectores a – b. ....	79
<b>Tabla 24.</b> Pines y conectores c – d.....	80
<b>Tabla 25.</b> Resistencia del circuito .....	81
<b>Tabla 26.</b> Resistencia del circuito .....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>PÀGINA</b>
<b>Figura 1.</b> Motor corsa 1.4 .....	4
<b>Figura 2.</b> Sistema de inyección electrónica corsa 1.4 .....	6
<b>Figura 3.</b> Sistema de circulación de aire .....	7
<b>Figura 4.</b> Cuerpo de aceleración con válvula iac.....	8
<b>Figura 5.</b> Circuito de alimentación de combustible.....	9
<b>Figura 6.</b> Depósito de combustible.....	10
<b>Figura 7.</b> Bomba de combustible.....	11
<b>Figura 8.</b> Regulador de presión de combustible.....	11
<b>Figura 9.</b> Riel de inyectores.....	12
<b>Figura 10.</b> Inyector .....	13
<b>Figura 11.</b> Gestión de la inyección electrónica.....	15
<b>Figura 12.</b> Unidad de control electrónica.....	15
<b>Figura 13.</b> Gestión de lazo abierto .....	21
<b>Figura 14.</b> Gestión del lazo cerrado .....	22
<b>Figura 15.</b> Cartografía de la inyección .....	23
<b>Figura 16.</b> Sensor TPS.....	25
<b>Figura 17.</b> Sensor de temperatura del aire de admisión .....	26
<b>Figura 18.</b> Sensor CKP .....	27
<b>Figura 19.</b> Sensor de presión absoluta .....	27
<b>Figura 20.</b> Sonda lambda.....	28
<b>Figura 21.</b> Sensor de temperatura del refrigerante .....	29

	<b>PÁGINA</b>
<b>Figura 22.</b> Modulo del sistema de encendido dis .....	30
<b>Figura 23.</b> Circuito eléctrico del sistema de encendido dis .....	31
<b>Figura 24.</b> Estado inicial de motor .....	33
<b>Figura 25.</b> Motor desarmado .....	34
<b>Figura 26.</b> Diseño y plano de la estructura.....	36
<b>Figura 27.</b> Pintura en la maqueta del motor .....	37
<b>Figura 28.</b> Cable de aceleración .....	37
<b>Figura 29.</b> Seguridades en el banco de pruebas .....	38
<b>Figura 30.</b> Panel de instrumentos .....	39
<b>Figura 31.</b> Porta fusibles .....	40
<b>Figura 32.</b> Identificación de pines de la unidad de control electrónico .....	43
<b>Figura 33.</b> Sistema de encendido DIS.....	46
<b>Figura 34.</b> Ubicación del tanque de combustible.....	47
<b>Figura 35.</b> Relé de la bomba de combustible .....	48
<b>Figura 36.</b> Circuito de la bomba de alimentación de combustible .....	48
<b>Figura 37.</b> Inyectores .....	49
<b>Figura 38.</b> Válvula pasó a paso iac .....	50
<b>Figura 39.</b> Sensor MAP .....	50
<b>Figura 40.</b> Sensor presión absoluta y comprobación .....	51
<b>Figura 41.</b> Ubicación del sensor TPS.....	51
<b>Figura 42.</b> Conexión del sensor TPS .....	52
<b>Figura 43.</b> Señal de osciloscopio TPS .....	52

	<b>PÁGINA</b>
<b>Figura 44.</b> Sensor ECT .....	53
<b>Figura 45.</b> Comprobación del sensor ECT .....	53
<b>Figura 46.</b> Sensor IAT .....	54
<b>Figura 47.</b> Comprobación de resistencia del sensor IAT.....	54
<b>Figura 48.</b> Ubicación del sensor de oxígeno .....	55
<b>Figura 49.</b> Medición del voltaje del sensor ego .....	55
<b>Figura 50.</b> Ubicación del sensor de posición del cigüeñal.....	56
<b>Figura 51.</b> Calibración del sensor CKP .....	56
<b>Figura 52.</b> Socket para luz de testigo.....	59
<b>Figura 53.</b> Cuadrante V vs T .....	64
<b>Figura 54.</b> Cuadrantes R vs T .....	64
<b>Figura 55.</b> Cuadrante de voltaje vs posición de la aleta de aceleración.....	66
<b>Figura 56.</b> Cuadrante de resistencia vs posición de la aleta de aceleración ...	66.
<b>Figura 57.</b> Cuadrante voltaje vs vacío.....	68
<b>Figura 58.</b> Cuadrante V vs T .....	70
<b>Figura 59.</b> Cuadrante R vs T .....	70

# ÍNDICE DE ANEXOS

**PÁGINA**

## **ANEXO I**

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL BANCO DE PRUEBAS..... 89

## RESUMEN

El motor Chevrolet Corsa 1.4 se rehabilito para el uso didáctico para los talleres de la carrera de Ingeniería automotriz. Para comenzar se revisó el estado inicial del motor para lo cual se lo desarmó íntegramente. Por consiguiente se examinó el estado de las partes mecánicas las cuales estaban en buenas condiciones, de la misma forma se procedió a una inspección del sistema de gestión electrónica donde se observó la ausencia de elementos como la unidad de control electrónica, sensores y actuadores. De igual manera los elementos del sistema de carga, sistema de escape y sistema de enfriamiento eran inexistentes. Se obtuvo los elementos faltantes de cada sistema para su posterior instalación. Se procedió al diseño y construcción del banco de pruebas donde fue ensamblado el motor con sus correspondientes sistemas. Se realizó la adaptación del sistema de inyección electrónica del Corsa Wind 1.4 al corsa evolution 1.4, posteriormente se verificó el cableado y el correcto funcionamiento de la unidad de control electrónica como también de cada de uno de los sensores y actuadores. Se realizaron pruebas de funcionamiento en el sistema de carga, enfriamiento y de escape. Posteriormente se realizó la toma de mediciones obteniendo los parámetros de funcionamiento, los códigos de falla del sistema adaptado estableciendo de esta manera las averías del sistema. En las pruebas se obtuvo el Código 23, correspondiente al fallo en el Sensor de velocidad y así también el Código 94, referente al fallo del módulo Quad Driver que controla la válvula EGR y señal del velocímetro. Los códigos obtenidos no afectaron el correcto funcionamiento del motor. Con los datos recopilados, los cuales fueron contrastados con información de la revisión bibliográfica, se elaboró la guía de prácticas para que el estudiante pueda aplicar en clase los conocimientos adquiridos en el banco de pruebas y así sacar el máximo provecho.

## **ABSTRACT**

Chevrolet Corsa 1.4 engine was rehabilitated for the educational use of the workshops Career Automotive Engineering. Initially the original state of the engine was checked and completely disarmed. The state of the mechanical parts were in good condition, in the same way we proceeded to inspect the electronic management system where the absence of elements such as the electronic control unit, sensors and actuators was observed was examined. Similarly the elements of the charging system, exhaust system and cooling system were non-existent. Missing elements of each system were obtained for later installation. We proceeded to design and construction of the test station where the engine was assembled with their systems. Adaptation of electronic fuel injection of Corsa Wind 1.4 to Corsa Evolution 1.4 was performed, then the wiring and proper operation of the electronic control were checked unit as well as each one of the sensors and actuators are verified. Function tests were performed on the charging system, cooling system and exhaust system. Subsequently measurements were obtained, operating parameters was performed, and failure codes system adapted were established. In testing the code 23 was obtained, corresponding to failure speed sensor and so the Code 94, concerning the failure of the Quad Driver Module that controls the EGR valve and speedometer signal. The codes obtained did not affect the correct operation of the engine. With the collected data were compared with data from the literature review, the practice guide was developed to enable the student to apply knowledge gained in class in the test and so take full advantage.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El gran desafío que tiene la ingeniería automotriz es la reducción a cero de emisiones de gases contaminantes, la normalización hace que los fabricantes de vehículos optimicen al máximo el rendimiento del motor de combustión interna, por lo que los sistemas de gestión electrónica tienen como deber dosificar y controlar el combustible y las emisiones de gases.

Por el motivo que los vehículos evolucionan cada día, rápidamente el carburador quedó obsoleto, ya que las nuevas de normas de impacto ambiental hacen que estos revolucionen la industria automotriz, haciendo más eficaz el consumo y emisiones de combustible.

Este proyecto está enfocado hacia los estudiantes de la carrera de ingeniería automotriz, los cuales son beneficiados con un motor funcional de inyección electrónica MPFI, el cual permite al estudiante realizar prácticas, así como también sirve como recurso en futuras investigaciones, mejoras o adaptaciones de nuevos sistemas de combustible.

En base a lo expuesto anteriormente se ha planteado como objetivo general de la presente investigación: Rehabilitar un motor Corsa I.4 para el uso didáctico en el taller de la carrera de Ingeniería Automotriz.

Dentro de los objetivos específicos se encuentran:

- Adaptar el sistema electrónico del Corsa Wind 1.4 al motor Corsa Evolution 1.4.
- Habilitar el motor Corsa Evolution 1.4 para usarlo de forma didáctica en el taller de Ingeniería Automotriz.
- Elaborar guías de prácticas de los sensores, actuadores y unidad de control electrónica.

## **2. MARCO TEÓRICO**

## 2.1. MOTOR CORSA 1.4 MPFI

Para el presente proyecto se utilizó el motor Chevrolet corsa modelo que se muestra figura 1, el mismo se encontraba en las talleres de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial.

El motor corsa 1.4 cuenta con 4 cilindros en línea, sistema de inyección multipunto de combustible MPFI, el cabezote tiene un solo árbol de levas, alcanza una potencia máxima de 92 HP a 5600 rpm.



**Figura 1.** Motor Corsa 1.4

## 2.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Las características técnicas del motor corsa evolution 1.4 son las siguientes

**Tabla 1.** Especificaciones Técnicas del motor corsa 1.4, (GM, 2002)

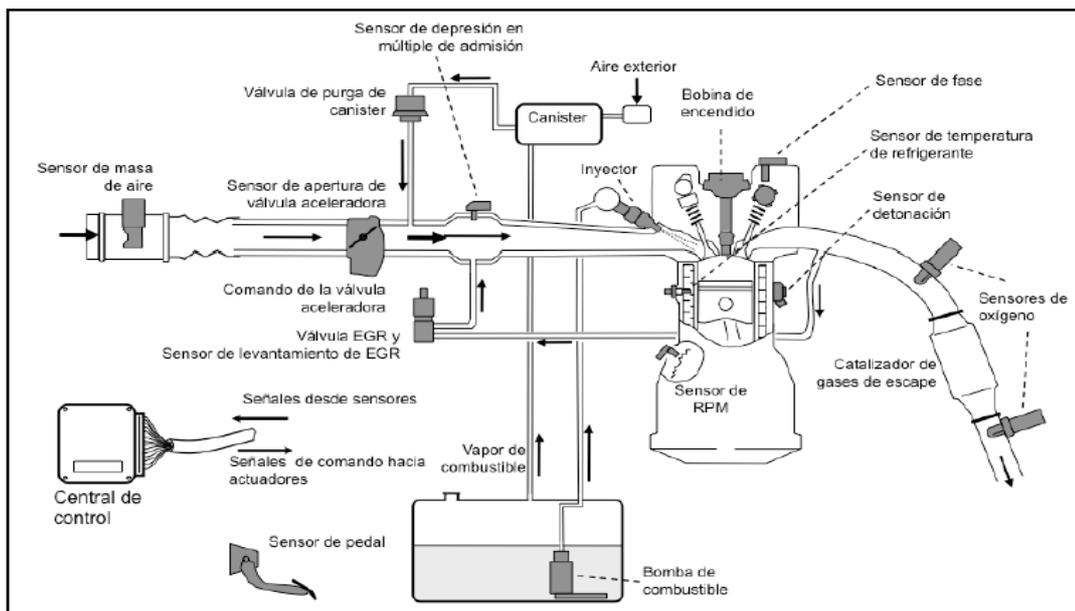
<b>Parámetro</b>	<b>Características</b>
Numero de cilindros	4
Numero de válvulas	8
Secuencia de encendido	1-3-4-2
Velocidad de relanti	800± 100 rpm
Diámetro del cilindro	77.6 mm
Carrera	73.4 mm
Cilindrada	1398 cm <sup>3</sup>
Accionamiento de válvulas	Mediante árbol de levas
Relación de compresión	9,5 : 1
Potencia máxima	92 HP

## 2.3. SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA MPFI

Su principal característica en comparación al carburador, es que la mezcla estequiometrica es muy cercana al 14.7 a 1, garantizando una buena

combustión de la mezcla y reduciendo notablemente los gases nocivos para el medio ambiente.

La tarea de la inyección electrónica es suministrar a cada cilindro la misma cantidad de combustible de acuerdo a los regímenes del motor, debido a esto se necesita recolectar la mayor cantidad de datos para la correcta dosificación del combustible, por lo que los cambios en el motor suceden a cada segundo y se necesita de una rápida adaptación del caudal. Por consiguiente una unidad de gestión electrónica figura 2 procesa todos los datos y envía una señal a los inyectores para el suministro del combustible.



**Figura 2.** Sistema de inyección electrónica Corsa 1.4

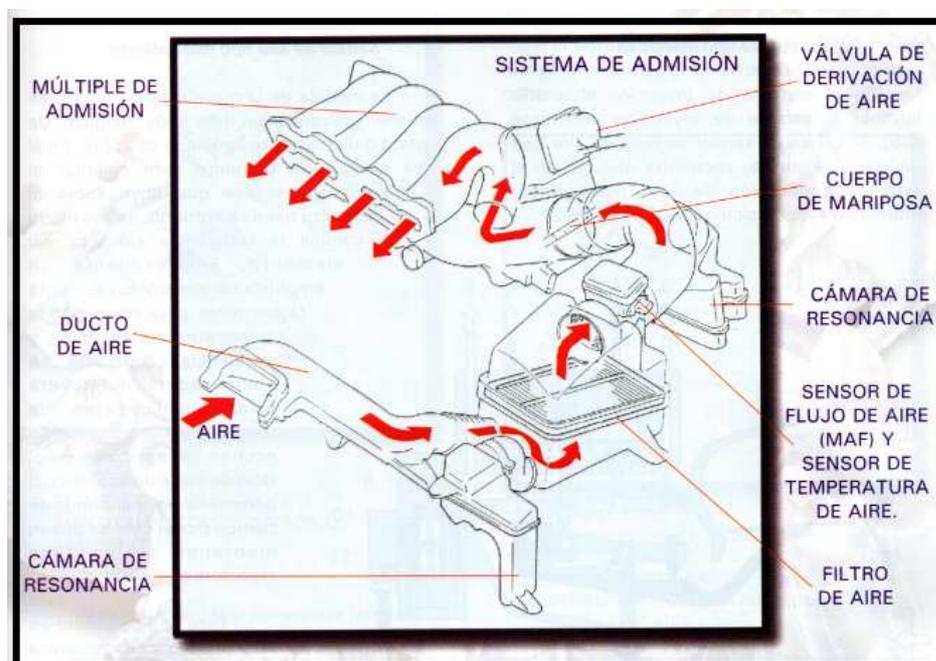
(Rueda J. , 2003)

Para el estudio del sistema de inyección multipunto del motor corsa 1.4 es necesario dividirlo subsistemas como:

- Suministro de aire
- Dosificación de combustible
- Gestión electrónica del motor
- Sistema de encendido

### 2.3.1. SUMINISTRO DE AIRE

El aire es conducido por un ducto que llega hacia un filtro como se muestra en la figura 3, aquí se tiene una válvula la cual mide el paso de aire para la marcha mínima, y de igual manera los sensores que miden la temperatura y presión del aire que sirven para determinar la cantidad de aire exacta que se va a suministrar a cada cilindro.



**Figura 3.** Sistema de circulación de aire

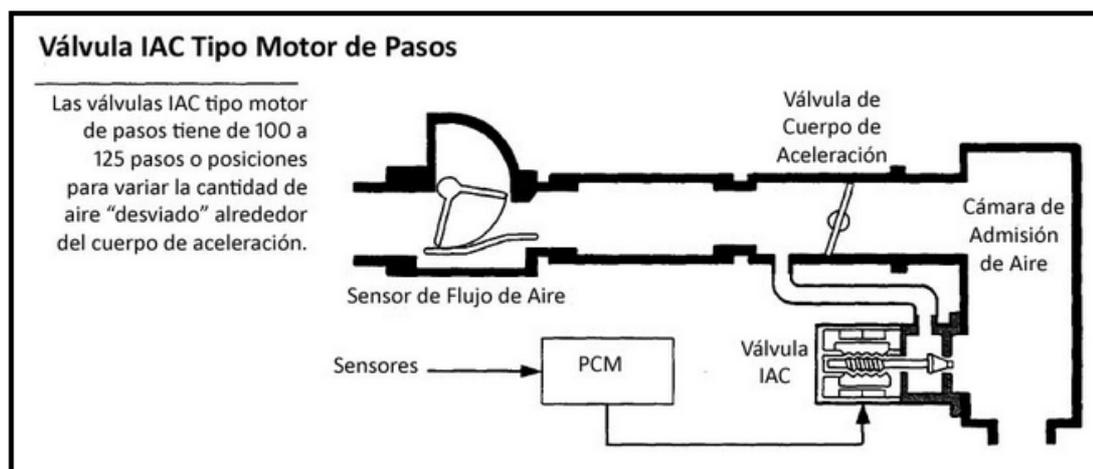
(Rueda J. , 2000)

Este sistema, es el encargado del ingreso correcto de la cantidad de aire desde la atmósfera hasta los cilindros, en el suministro de aire se considera las mangueras, el depurador, el filtro de aire y el múltiple de admisión. Para que no se efectúen lecturas erróneas de parte del sensor de presión absoluta (MAP) en sus siglas en inglés (Mainfold Absolute Pressure), se debe controlar las fugas y entradas adicionales de aire para que la mezcla sea la correcta, y así evitar alto consumo de combustible y la producción emisiones altas de CO.

### 2.3.1.1. Válvula de Control de Relanti

La válvula de control de aire paso a paso es más conocida en sus siglas en inglés IAC (Intake Aire Control) que permite el relanti o marcha mínima en el motor.

La válvula solenoide que se muestra en la figura 4 abre el paso del aire de derivación cuando la ECM manda una señal, y cierra cuando lo indica esto gracias a las señales que recibe la computadora de los sensores, ya que al cambio del régimen del motor la computadora activa y desactiva el solenoide, el motor gira de 800 a 1000 revoluciones por minuto en marcha mínima.



**Figura 4.** Cuerpo de aceleración con válvula IAC

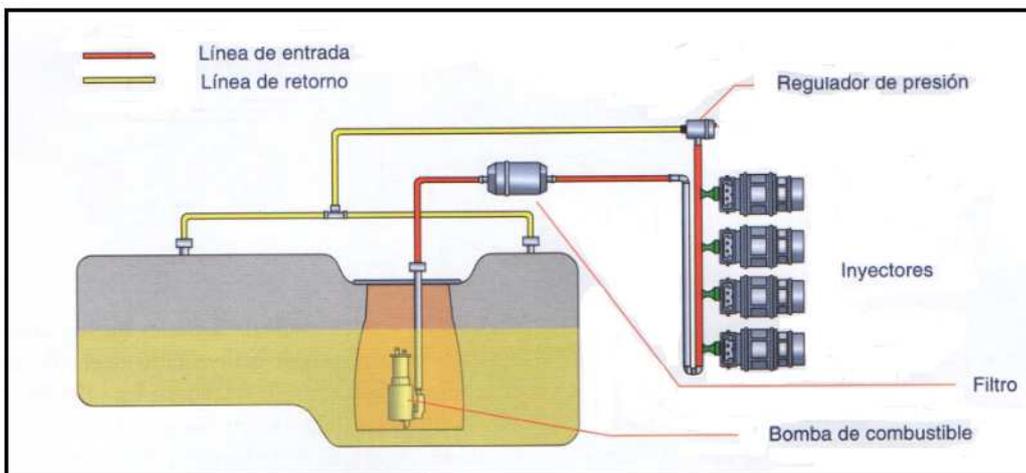
(Booster A. , 2012)

### 2.3.2. DOSIFICACIÓN DE COMBUSTIBLE

El circuito de alimentación de combustible como se observa en la figura 5 hace que sea posible la correcta dosificación de combustible para que el motor pueda inflamar la mezcla con la presión y caudal adecuado que será aprovechado para generar movimiento, el proceso está controlado y monitoreado por el Modulo Electrónico del Motor (ECM).

El circuito de alimentación de combustible se compone de:

- Depósito de combustible
- Electrobomba
- Filtro de combustible.
- Regulador de presión
- Riel de inyectores
- Inyectores



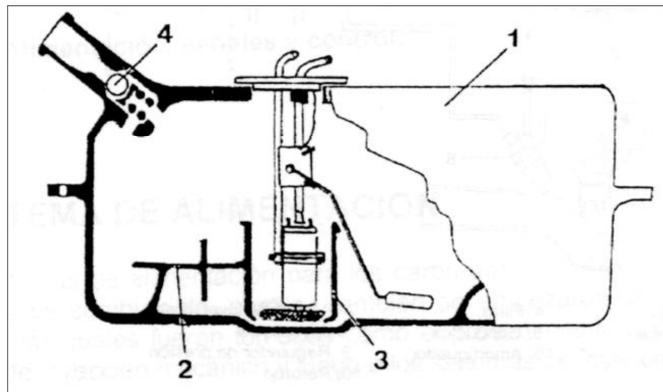
**Figura 5.** Circuito de alimentación de combustible

(Santander J. , 2005)

### 2.3.2.1. Depósito de combustible

En un sistema de inyección a gasolina se utiliza un depósito de combustible presurizado que se muestra en la figura 6, para evitar la fuga peligrosa de los vapores que se generan con el movimiento y el aumento de temperatura se emplea el sistema de control de evaporación de gases (EVAP) el cual permite que los gases sean quemados cuando el motor es encendido evitando que los gases sean descargados al ambiente.

El depósito de combustible tiene un diseño especial, el cual tiene divisiones para evitar la formación de vapores de combustible y la generación de corriente estática. La bomba se sitúa en un pequeño depósito, este alojamiento junto con las divisiones evita que la bomba pueda succionar aire en condiciones extremas.



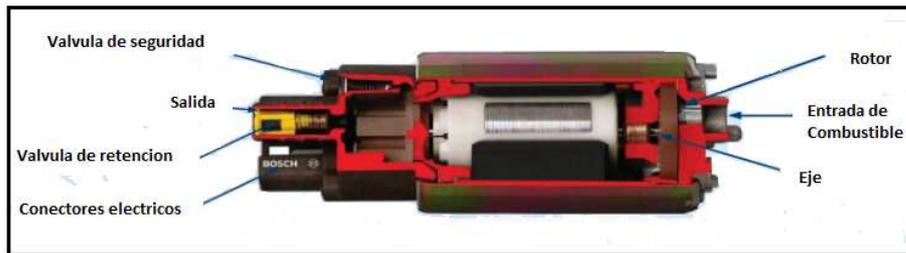
**Figura 6.** Depósito de combustible.

1. Depósito. 2. Divisiones anti olas. 3. Depósito interior 4. Válvula antivuelco.

(Rueda J. , 2000)

### 2.3.2.2. Bomba de combustible

La bomba de combustible como se muestra en la figura 7 se encarga de extraer el combustible desde el tanque y lo envía al riel de inyectores se encuentra en el interior del tanque de combustible y es accionada por un motor eléctrico y refrigerada por el mismo combustible.



**Figura 7.** Bomba de combustible

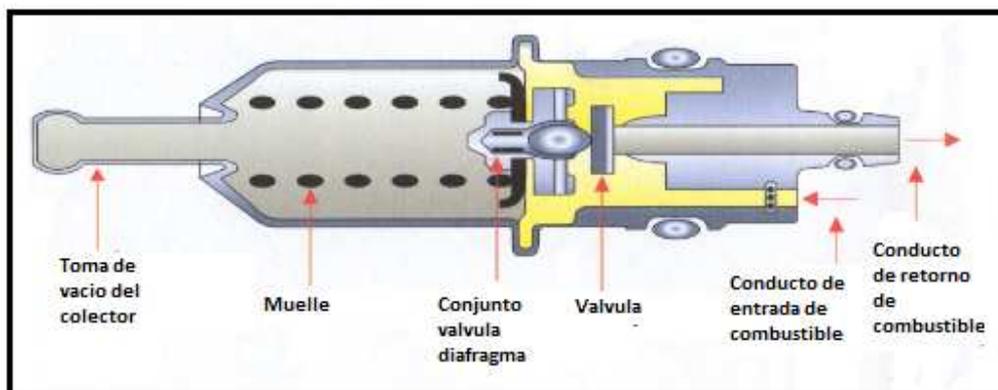
(Boschservice, 2005)

La presión y el volumen que envía la bomba deben ser superiores a lo que el sistema requiere. Esta bomba debe tener un funcionamiento continuo para mantener una la alimentación a una presión estable. Por lo tanto se trata de una bomba rotativa que ofrece presión de forma inmediata

La electrobomba de combustible también puede incorporar el regulador de presión, el medidor de combustible y un pre-filtro de combustible.

La presión que alcanzan las bomba por lo general es de 3.6 a 4 bar y un caudal de 2 litros por minuto.

### 2.3.2.3. Regulador de presión



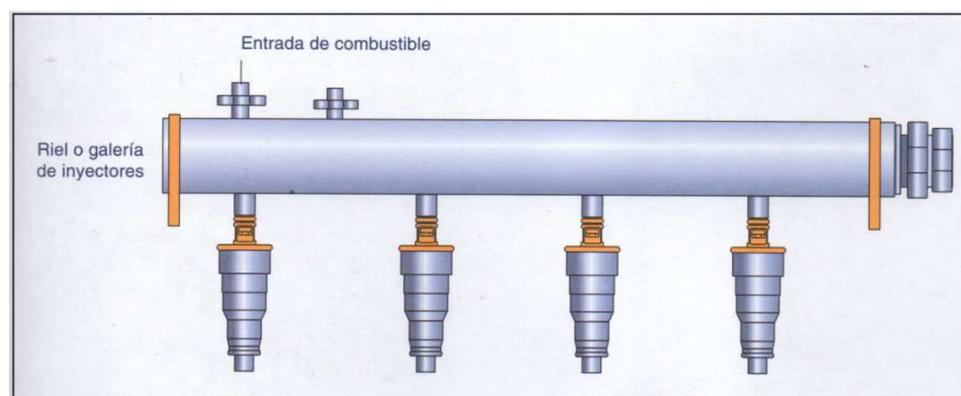
**Figura 8.**Regulador de Presión de combustible

(Santander J. , 2005)

El regulador de presión como se muestra en la figura 8 consta de dos cámaras, la primera cámara es para el combustible que será derivado hacia el tanque y la otra contiene un resorte o muelle y una toma de vacío conectada al colector de admisión. Las dos cámaras del regulador están separadas por una membrana, esta membrana recibe la acción de la toma de vacío y del resorte. Cuando existe una gran depresión en el múltiple de admisión, como es en el caso de la marcha en ralentí, por estar la mariposa cerrada, la membrana es atraída por este vacío, y el resorte pierde resistencia para que sea fácilmente levantada por la presión en el riel de inyectores, ya que esta es siempre mayor a la presión regulada.

#### 2.3.2.4. Riel de Inyectores

La rama de inyectores como se muestra en la figura 9, es un elemento que sirve para mantener una presión igual en todos los inyectores del sistema, este elemento está conectado con los inyectores. La rama es un tubo hueco que por lo general es metálico, aunque en algunos sistemas suele ser de plástico. La rama por lo general lleva el regulador de presión del sistema aunque en algunos casos lo lleva en el tanque de combustible. En algunos sistemas la rama posee una conexión de salida hacia el regulador siempre y cuando este esté en el exterior.

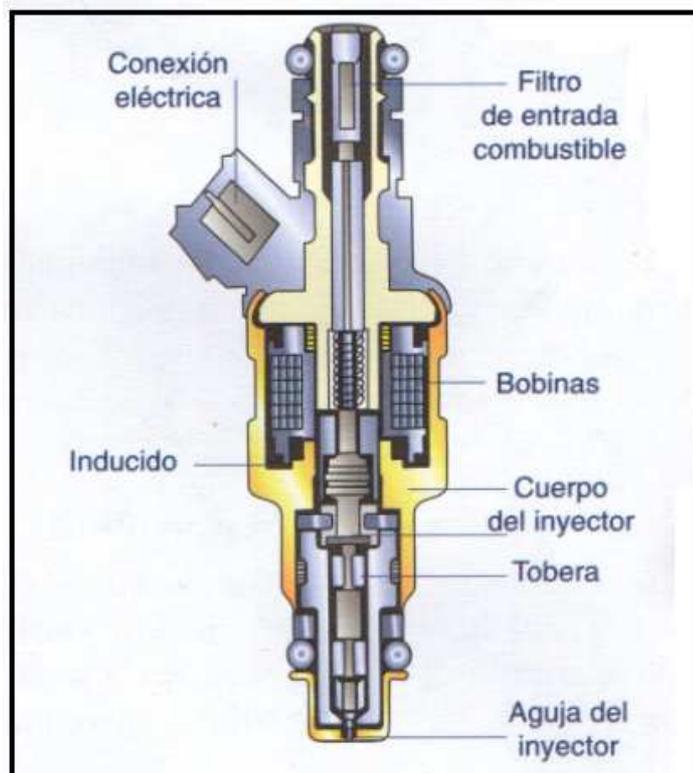


**Figura 9.** Riel de Inyectores

(Santander, Manual Técnico de Fuel Injection , 2005)

### 2.3.2.5. Inyector

Los inyectores como se muestra en la figura 10 son electro válvulas operados por solenoides y están encargados de pulverizar y dosificar el combustible hacia cada uno de los cilindros. La presión de inyección es la misma que tiene la rampa de inyectores. El combustible ingresa al inyector a través de un pequeño filtro, circula por el interior, hasta llegar a la punta de la aguja del inyector, esta es presionada a su base por un muelle o resorte, y sella la salida de combustible.



**Figura 10.** Inyector

(Santander J. , 2005)

Por otro lado el impulso negativo eléctrico que envía la ECM provoca un campo magnético en la bobina que induce al vástago a desplazarse abriendo la aguja de paso de combustible a través de la tobera

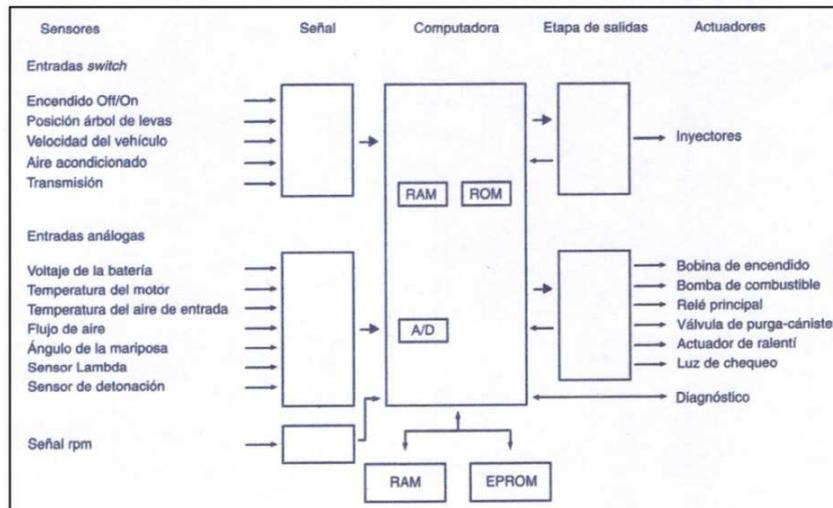
La ECM envía órdenes a los inyectores dependiendo del régimen del motor, el pulso eléctrico que va entre 2 y 10 milésimas de segundo, excita a una bobina que atrae a un núcleo magnético que es solidario a la aguja del inyector, esto vence la resistencia del muelle y se abre la salida del combustible para que sea inyectado y pulverizado.

## **2.4. GESTIÓN ELECTRÓNICA DEL MOTOR**

La aplicación de la electrónica en los automóviles nace debido a la necesidad de cumplir las normativas de contaminación ambiental para esto se implementa el uso de una unidad de control electrónica que almacena información y la retroalimenta a todo momento para así poder dosificar el combustible de una manera eficiente de acuerdo al régimen del motor como se puede ver en la figura 11, de tal manera con la gestión electrónica se pueden aplicar nuevas tecnologías que ayudan al conductor en seguridad, confort, entretenimiento, fiabilidad y comunicación entre componentes del vehículo.

El sistema de inyección electrónica MPFI se basa su gestión electrónica en tres componentes principales que son:

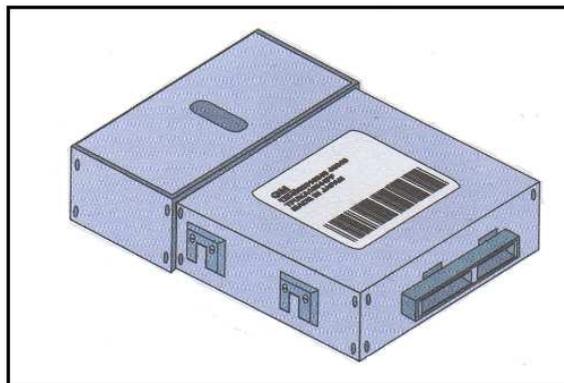
- Control, ECM (Unidad Central de Control)
- Medición (Sensores)
- Actuadores (Ejecutan las órdenes del ECM)



**Figura 11.** Gestión de la Inyección electrónica  
(Santander J. , 2005)

#### 2.4.1. UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICA (ECM)

La Unidad de control electrónica con sus siglas en ingles Engine Control Module (ECM) como se observa en la figura 12 es un microcomputador que está compuesto por tres unidades básicas.



**Figura 12.** Unidad de Control Electrónica  
(Santander J. , 2005)

La unidad de control electrónica se compone de los siguientes elementos

- Conformador de impulsos
- Convertidor analógico digital
- Microprocesador

La ECM como toda computadora utiliza un microprocesador que es capaz de reunir información, procesarla y enviar señales a los actuadores. Las tres memorias principales son: el RAM que es la memoria temporal, el ROM que es el programa básico de la computadora, y el PROM programa de sintonía fija, las tres memorias en conjunto con el procesador sirven para la toma de decisiones y almacenamiento de información.

#### **2.4.1.1. Conformador de impulsos**

Recibe los impulsos de los sensores y los modifica en magnitud y forma, para ser procesados por el microprocesador. Una vez hechas estas transformaciones, siguen al circuito de entrada/salida.

#### **2.4.1.2. Convertidor analógico digital**

Es el encargado de recibir y convertir las variaciones de tensión enviadas por los sensores en señales digitales. Estos datos son enviados de acuerdo con su frecuencia a la unidad de control electrónica (ECM).

Es un circuito con una línea de entrada análoga, provenientes de los sensores cuya señal es de voltaje variable. Este circuito convierte la señal análoga en un código binario para la adecuada lectura del procesador. Estos dos circuitos mencionados anteriormente forman la etapa de entrada.

#### **2.4.1.3. Microprocesador**

Se encarga de realizar todas las operaciones de cálculo y control lo que pasa en la ECU recibiendo información y dando órdenes a los actuadores. Estas funciones se realizan en los siguientes circuitos:

- Unidad Lógica de cálculo: Realiza las operaciones de calculo
- Acumulador: Guarda datos y los compara con los predeterminados
- Unidad de control: recepta, procesa y envía información

#### **2.4.1.4. Memoria Rom**

Esta memoria que contiene el programa básico del computador, es la parte que dice cuando veo que esto sucede, tengo que hacer que esto suceda aquello. El ROM presenta una memoria no volátil, esto quiere decir que aun cuando la potencia se va el ROM retendrá su programa y memoria indefinidamente. ROM significa Read Only Memory.

#### **2.4.1.5. Memoria Prom**

Programable Read Only Memory, es una memoria de calibración o sintonía fina, así como el ROM, el PROM es también no volátil, este chip contiene información acerca de la especificación del auto con el cual se instala el ECM.

La información del PROM se toma como referencia para la manejo de decisiones, cuando se realizan modificaciones al motor, si las características cambian la memoria también debe ser modificada.

#### **2.4.1.6. Memoria Ram**

Random Acces Memory, es utilizado por el ECM para el almacenamiento temporal de la información o para llevar a cabo cálculos matemáticos. Además el ECM almacena información acerca de la historia de la proporción de aire – combustible del motor y de las fallas que han sido detectadas en los circuitos sensores y actuadores del sistema de inyección combustible. Estabilización de la alimentación de tensión, protección de las etapas de salida y de excitación contra cortocircuitos y sobretensiones, multiplexor de señales, serialización analógica y/o digital de las señales, codificación, inclusive identificación de defectos, interface para bus (CAN), etc.

## **2.5. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICA**

### **2.5.1. AUTO ADAPTACIÓN DEL SISTEMA.**

Los sistemas de inyección electrónica tienen una función de auto adaptación en sus Unidades de Control Electrónico, ya que se ajustan a los cambios que se producen en el motor debido a procesos de envejecimiento de sus componentes. Esta función permite compensar las diferencias entre los parámetros de funcionamiento de los componentes que no se han podido sustituir. La ECU, mediante el análisis de los gases de escape, modifica el mapa básico respecto a las características del motor cuando era nuevo.

### **2.5.2. AUTO DIAGNOSIS.**

La Unidad de Control Electrónico realiza un monitoreo constante de todos los sensores, comparándolos con valores de referencia, almacenados en la memoria ROM. Este análisis de componentes se realiza durante dos etapas

#### **2.5.2.1. Señalización de fallos durante la puesta en marcha**

El testigo encendido durante 4 segundos indica fase de prueba. La luz de testigo se apaga después de cuatro segundos, indica que no hay avería en ningún componente que pueda alterar los parámetros de funcionamiento normal.

#### **2.5.2.2. Señalización de fallos durante la fase de funcionamiento**

Durante la fase de funcionamiento se puede encontrar dos casos:

- La luz de testigo encendido indica fallo en el sistema.
- La luz de testigo apagado, indica que no hay ninguna avería.

### **2.5.3. CONTROL DE ARRANQUE EN FRÍO**

El motor de combustión interna necesita alcanzar una temperatura entre 75°C y 90°C para su óptimo desempeño. Durante sus primeros minutos de trabajo (motor frío) las bajas temperaturas afectan el rendimiento del motor. Los principales efectos que causan al motor las bajas temperaturas son:

- Empobrecimiento de la mezcla (mala turbulencia de las partículas de combustible en temperaturas bajas).
- Evaporación mínima del combustible.
- Condensación del combustible en las paredes internas del colector de admisión.
- Mayor viscosidad del aceite de lubricación.

Para corregir estos problemas en el arranque en frío la unidad de control electrónica da solución de acuerdo a los siguientes parámetros.

- Temperatura del refrigerante
- Temperatura de aire aspirado
- Revoluciones por minuto del motor
- Tensión de la batería

Es así que en la fase de arranque en frío la Unidad de control envía una inyección simultánea a los inyectores , para después regular la cantidad de aire, las revoluciones del motor disminuyen proporcionalmente con la temperatura hasta que el motor alcance su régimen normal.

#### **2.5.4. REGULACIÓN DEL TIEMPO DE INYECCIÓN.**

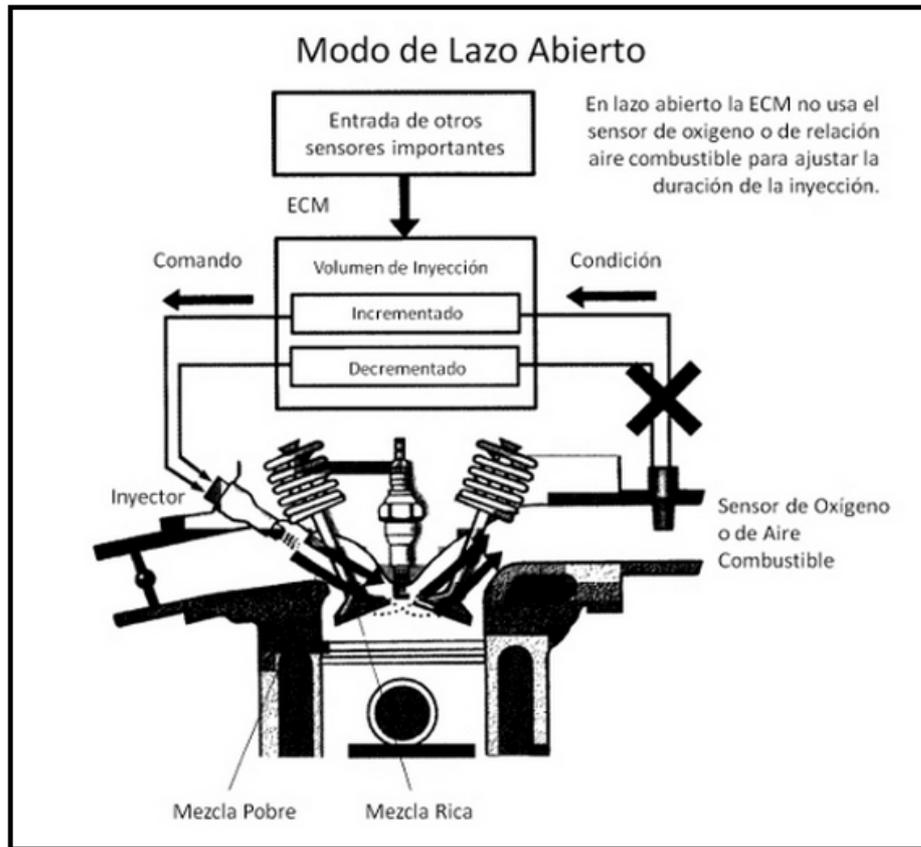
Esta función permite a la Unidad de Control Electrónica calcular el tiempo de inyección dependiendo de varios factores como son: la carga del motor, número de rpm, caudal de aire, la tensión de batería, la temperatura del refrigerante del motor, la temperatura del aire, condiciones atmosféricas. Durante el funcionamiento del motor, el monitoreo de los sensores es continuo; y el cambio de las condiciones trabajo, obliga a la ECU a modificar la estrategia de inyección prolongando o acortando el tiempo de apertura de los inyectores, este ajuste puede ser a lazo abierto o lazo cerrado.

##### **2.5.4.1. Gestión de lazo abierto**

La gestión de lazo abierto figura 13 toma los datos del sensor de flujo de aire, sensor de posición de aleta de aceleración, y sensor de temperatura del motor para así determinar el tiempo de la inyección. En los sistemas de lazo abierto no hay retroalimentación de datos.

La ECM estará en modo de lazo abierto:

- Al arrancar el motor.
- Cuando el motor está frío.
- Durante la aceleración.
- Durante el corte de combustible.
- Con la mariposa totalmente abierta.

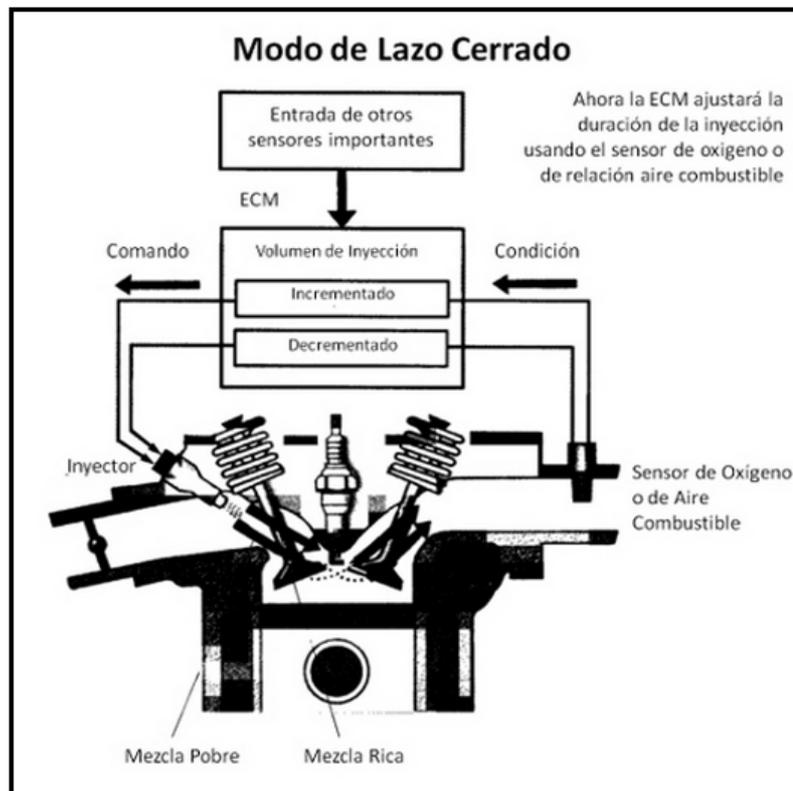


**Figura 13.** Gestión de lazo abierto  
(e-auto.com.mx para mecanicos y refaccionarios)

#### 2.5.4.2. Gestión de lazo cerrado

En un sistema de lazo cerrado o de retroalimentación como se muestra en la figura 14 la ECM tiene que supervisar el flujo de escape y ajustar la relación aire/combustible para que el catalizador funcione a su máxima eficiencia, reduciendo la emisión de gases. Midiendo la cantidad de oxígeno que queda después de la combustión es un medio para saber la relación aire/combustible. Una mezcla más rica consume más oxígeno en la combustión que una mezcla más pobre. El sensor de oxígeno mide la cantidad de oxígeno que queda después de la combustión en los gases de escape. A partir de esta información, la ECM controlara la duración de la inyección para lograr la mezcla

aire/combustible ideal de 14.7: 1. Esto es necesario para que el convertidor catalítico funcione con la máxima eficiencia



**Figura 14.** Gestión del Lazo Cerrada  
(e-auto.com.mx para mecanicos y refaccionarios)

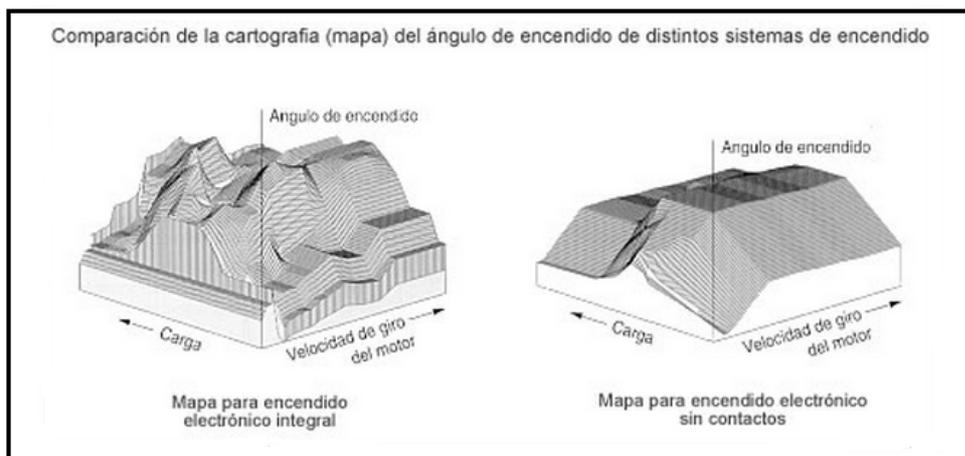
### 2.5.5. REGULACIÓN DEL ENCENDIDO

La unidad de control electrónica calcula la apertura de los inyectores de manera rápida y eficaz ya que basa su gestión en varios factores como son: la carga del motor, numero de revoluciones por minuto, caudal de aire, temperatura del refrigerante del motor, temperatura de aire, condiciones atmosféricas. El tipo de sistema de encendido al que nos referimos ahora se le denomina: "encendido

electrónico integral" y sus particularidades con respecto a los sistemas de encendido estudiados hasta ahora son el uso de:

- Sensor de posición del cigüeñal (CKP) al "regulador centrífugo" del distribuidor.
- Un sensor de presión que mide la presión de carga del motor (MAP) y sustituye al "regulador de vacío" del distribuidor.

La ECM gracias a parámetros almacenados en su memoria EPROM y a una lectura continua de los sensores de posición del cigüeñal, es capaz de calcular: El avance del encendido en cada cilindro.



**Figura 15.** Cartografía de la inyección  
(Accionados a la mecánica) (Booster)

### 2.5.6. CONTROL DE GESTIÓN DEL RELANTI

Cuando el motor arranca en frío, la Unidad de control electrónico (ECM) de gestión del motor suministrará al flujo de aire una mayor cantidad de combustible y aumentará el ralentí del motor entre 1000 a 1.200 rpm, la válvula de ralentí (IAC) es responsable de dicho incremento. Cuando el motor alcanza

la temperatura de funcionamiento, el relanti pasara al régimen normal de trabajo.

### **2.5.7. CONTROL DEL ELECTROVENTILADOR**

Para evitar el sobrecalentamiento del motor la ECU en función de la temperatura del líquido refrigerante, activa el electro ventilador en sus diferentes velocidades.

- La 1ª velocidad se activa a una temperatura de 98°C aproximadamente.
- La 2ª velocidad se activa a una temperatura de 101°C aproximadamente.

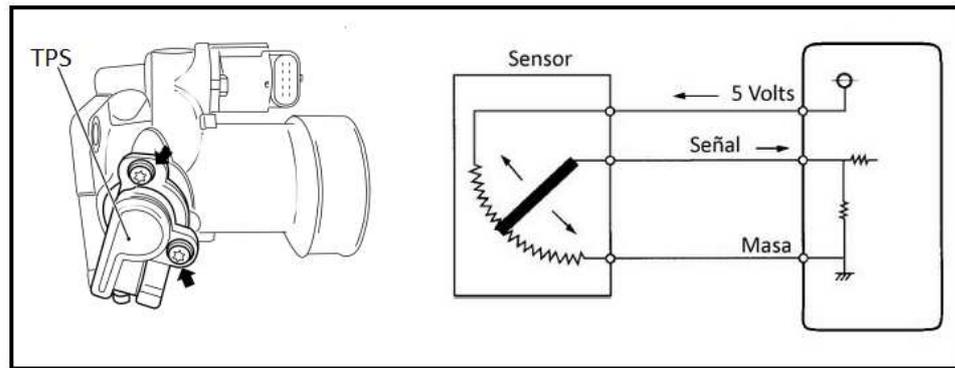
En caso de mal funcionamiento del sensor de temperatura del refrigerante, la unidad de control electrónico, actúa en la función de avería activando la 2<sup>nd</sup> velocidad del electro ventilador hasta que desaparezca el error.

## **2.6. MEDICIÓN (SENSORES)**

El sensor convierte una magnitud física (temperatura, revoluciones del motor, etc.) o química (gases de escape, calidad de aire, etc.) que generalmente no son señales eléctricas, en una magnitud eléctrica que pueda ser entendida por la unidad de control. A continuación se detallará las funciones y los parámetros característicos de los sensores.

### **2.6.1. SENSOR DE POSICIÓN DE LA ALETA DE ACELERACIÓN (TPS)**

El sensor de posición de aceleración por sus siglas Throttle Position Sensor (TPS) como se muestra en la figura 16, es básicamente un potenciómetro de resistencia variable ubicado en un extremo contrario al cable del acelerador, más específicamente en la aleta de la mariposa de aceleración, además posee un relé en su circuito eléctrico para su accionamiento.



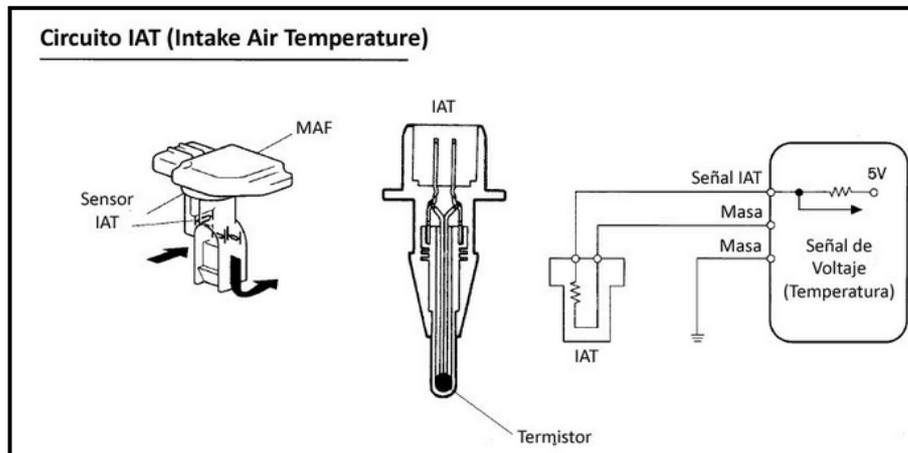
**Figura 16. Sensor TPS**

(GM, 2002)

Los valores de funcionamiento del sensor TPS van desde los 0,25 voltios al estar la mariposa de aceleración cerrada (al estar el vehículo funcionando en ralentí o marcha mínima), hasta los 4,7 voltios al estar la mariposa de aceleración totalmente abierta (al estar el vehículo funcionando en una aceleración máxima).

### **2.6.2. SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE ENTRADA (IAT)**

El sensor de temperatura del aire en sus siglas en ingles Intake aire temperatura (IAT) como se muestra en la figura 17 es el encargado de medir la temperatura del aire de admisión en el colector, lo hace por medio de un termistor NTC, básicamente indica si el aire esta frio o caliente, para que la ECU, conjuntamente con el MAP pueda calcular el volumen exacto de gasolina a inyectar en los inyectores como ya se mencionó anteriormente.



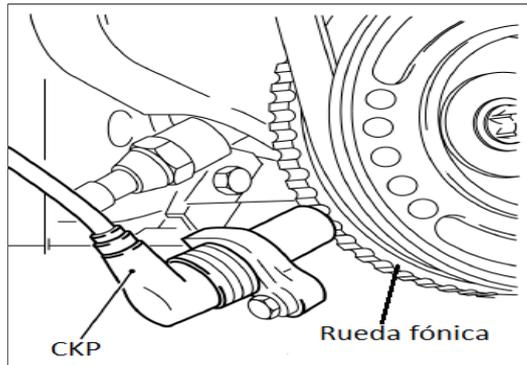
**Figura 17.** Sensor de temperatura del aire de admisión  
(Booster A. , 2012)

### 2.6.3. SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL (CKP)

Es un sensor de posición del cigüeñal en sus siglas en inglés Crankshaft Position (CKP), es de tipo Inductivo, que determina las revoluciones del motor de manera exacta a través de la posición del cigüeñal.

Este sensor genera señales de corriente alterna o sinusoidal (+/-), tantas veces como los dientes en la rueda fónica pasen junto a él. Esta información es enviada a la ECM para que se encargue de adelantar o retardar el punto de encendido de la mezcla o chispa, eléctricamente a través del módulo electrónico DIS.

La señal analógica producida por el sensor CKP como se muestra en la figura 18 y enviada al ECU, es como se dijo de tipo alterna, o sea que pasa de positiva a negativa alternativamente, además esta señal generalmente pasa de +5 voltios a -5 voltios, o sea un rango de pico a pico de 10 voltios estando el sensor funcionando correctamente, pero también se acepta un rango de 2 voltios de pico a pico.

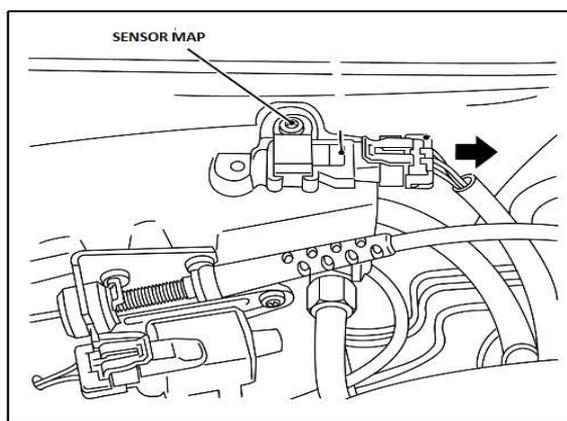


**Figura 18.** Sensor CKP

(GM, 2002)

#### **2.6.4. SENSOR DE PRESIÓN DE AIRE ABSOLUTA (MAP)**

El sensor de presión absoluta del colector que es conocida como MAP (Manifold Absolute Pressure), por sus siglas en inglés, como se indica en la figura 19 mide la presión absoluta en el colector de aire, por lo tanto está colocado en el colector metálico de admisión de aire, luego del depurador de aire. La presión de aire en el colector está directamente relacionada con la carga del motor, por lo tanto la ECU usa este dato para poder calcular el ancho de pulso que debe aplicarse en los inyectores.

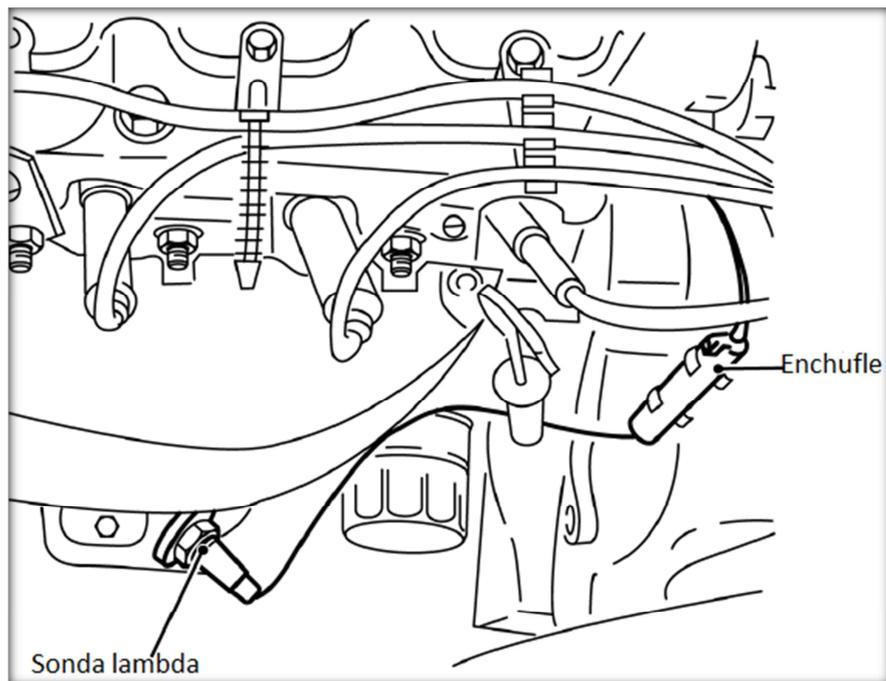


**Figura 19.** Sensor de presión absoluta

(GM, 2002)

### 2.6.5. SENSOR DE OXÍGENO (EGO)

El sensor de oxígeno como se muestra en la figura 20 mide los gases residuales o de escape; dentro de estos gases hay pocas cantidades de oxígeno que no alcanzaron a consumirse por completo. Dependiendo de la calidad de la mezcla y de la combustión estos residuos de oxígeno serán más, otras veces serán menos, pero el punto importante es que las cantidades de oxígeno remanente cambiarán siempre que el motor esté funcionando. Pues son precisamente esas variaciones en la concentración de oxígeno en los gases de escape las que el sensor de oxígeno se encarga de monitorear, con estos valores la ECM controla el tiempo de la inyección empobreciendo o enriqueciendo la mezcla.



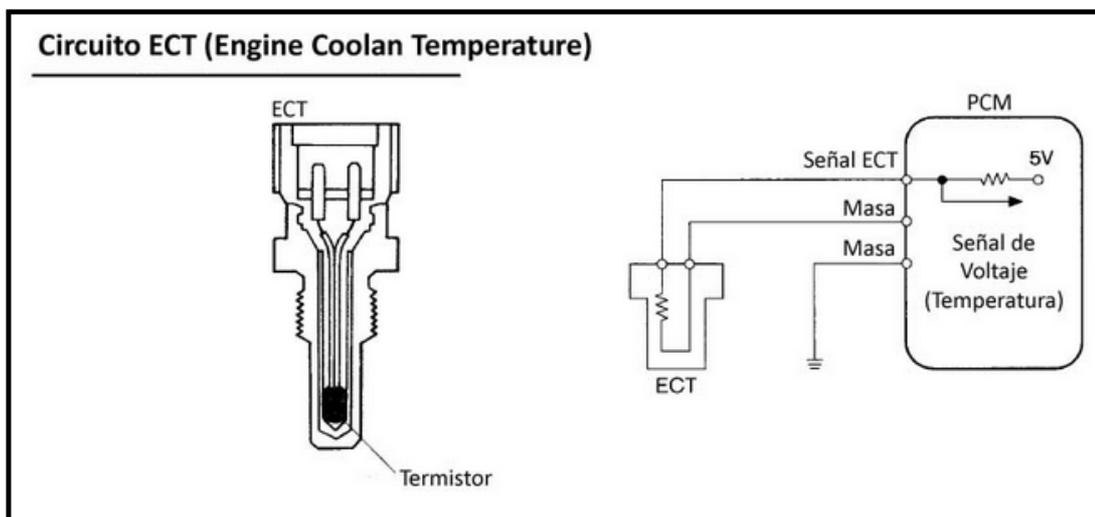
**Figura 20.**Sonda Lambda

(GM, 2002)

### 2.6.6. SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE (ECT)

El sensor de temperatura del refrigerante en sus siglas en inglés Engine Coolant Temperature (ECT) como se muestra en la figura 21 cumple un papel muy importante en el control de emisión de gases. La información censada se realiza mediante una resistencia eléctrica variable tipo NTC (coeficiente de temperatura negativo), Estos resistores disminuyen su resistencia óhmica proporcionalmente al incremento de la temperatura.

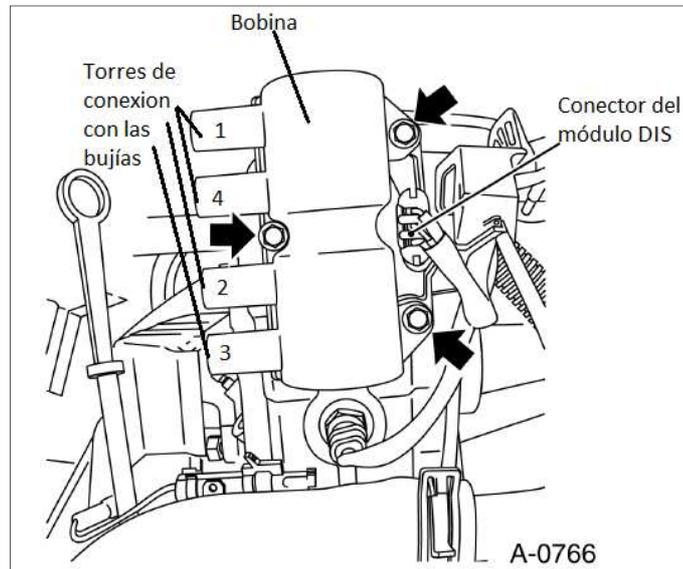
La información sirve para la preparación de la mezcla aire combustible, arranques en frío y registra las temperaturas del motor. La ECM detecta la variación y adapta el tiempo de inyección, así como el tiempo de encendido para las diferentes condiciones de trabajo; dependiendo de la información del sensor se activa o desactiva el electro ventilador.



**Figura 21.** Sensor de Temperatura del Refrigerante

(Booster A. , 2012)

## 2.7. SISTEMA DE ENCENDIDO DIS (DIRECT IGNITION SYSTEM)



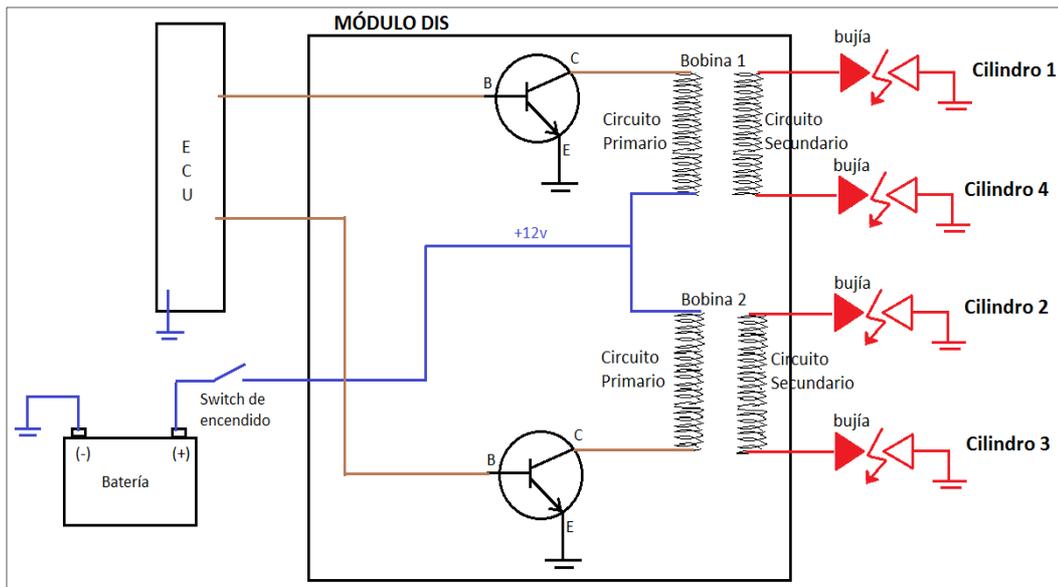
**Figura 22.** Módulo del Sistema de Encendido DIS  
(GM, 2002)

El sistema de encendido es un subsistema del auto encargado de proporcionar la fuente de calor o chispa de encendido en las bujías de encendido, para encender la mezcla de aire/combustible y su consecuente explosión que empuja los pistones y provoca el movimiento del motor.

El sistema de encendido usado en el Chevrolet corsa Evolution es del tipo DIS en sus siglas en inglés Direct Ignition System, como se muestra en la figura 22, o también se lo conoce como sistema de encendido de chispa perdida, ya que en este sistema saltan dos chispas para el encendido de la mezcla a la vez.

En este sistema se suprime el distribuidor usado en sistemas de encendido anteriores, resultando en la utilización de menos piezas mecánicas, y menor fricción. Además debemos considerar que las piezas mecánicas son siempre propensas a sufrir desgaste y averías. Por tal razón este sistema de encendido

pertenece a los sistemas de encendido estáticos, ya que no posee muchas partes móviles como se muestra en la siguiente figura 23.



**Figura 23.** Circuito eléctrico del sistema de encendido DIS.

### **3. METODOLOGÍA**

### **3.1. REHABILITACIÓN DEL MOTOR CORSA 1.4**

#### **3.1.1. SITUACIÓN INICIAL DEL MOTOR**

Para el presente proyecto se utilizó el motor Chevrolet corsa modelo Powertech SOHC 1.4 que se muestra figura 24 el mismo se encontraba en las talleres de facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial. Es importante señalar que las partes mecánicas del motor estaban completas y funcionales, así como también como inyectores, sistema de encendido DIS, sensor de posición del cigüeñal (CKP), se encontraban en buen estado.



**Figura 24.** Estado inicial de motor

Para poder saber la situación del motor se procedió a desensamblar el motor ya que estaba guardado y no se conocía el estado de los elementos internos del motor como se muestra en siguiente gráfico 25.



**Figura 25.** Motor desarmado

El motor se encontraba en buen estado por lo que se midió la compresión de cada cilindro que se observa en la siguiente tabla 2.

**Tabla 2.** Compresión del Motor Corsa 1.4

<b>MOTOR CORSA 1.4</b>	
<b>COMPRESIÓN</b>	<b>VALOR</b>
<b>CILINDRO 1</b>	125 psi
<b>CILINDRO 2</b>	125 psi
<b>CILINDRO 3</b>	125 psi
<b>CLINDRO 4</b>	125 psi

## 3.2. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL MOTOR CORSA 1.4

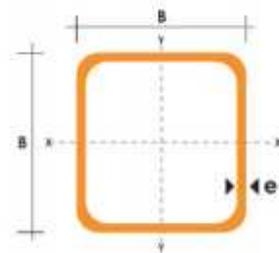
Para el diseño de la estructura del motor se consideró el peso del motor y la seguridad para poder equilibrar las bases del motor para poder estabilizarlo y nivelarlo, y así poder adecuarlo para que la vibración no sea un problema en el momento de ponerlo en funcionamiento, la estructura está hecha con tubo rectangular en hierro.

### 3.2.1. ELABORACIÓN DE LA ESTRUCTURA METALICA

En base al diseño de la estructura metálica se procede al corte, limado y a la preparación del material que es un tubo cuadrado de dimensiones 30x2 y especificaciones que se muestra en la tabla 3 y se procede a la unión de las piezas por medio de la soldadura eléctrica.

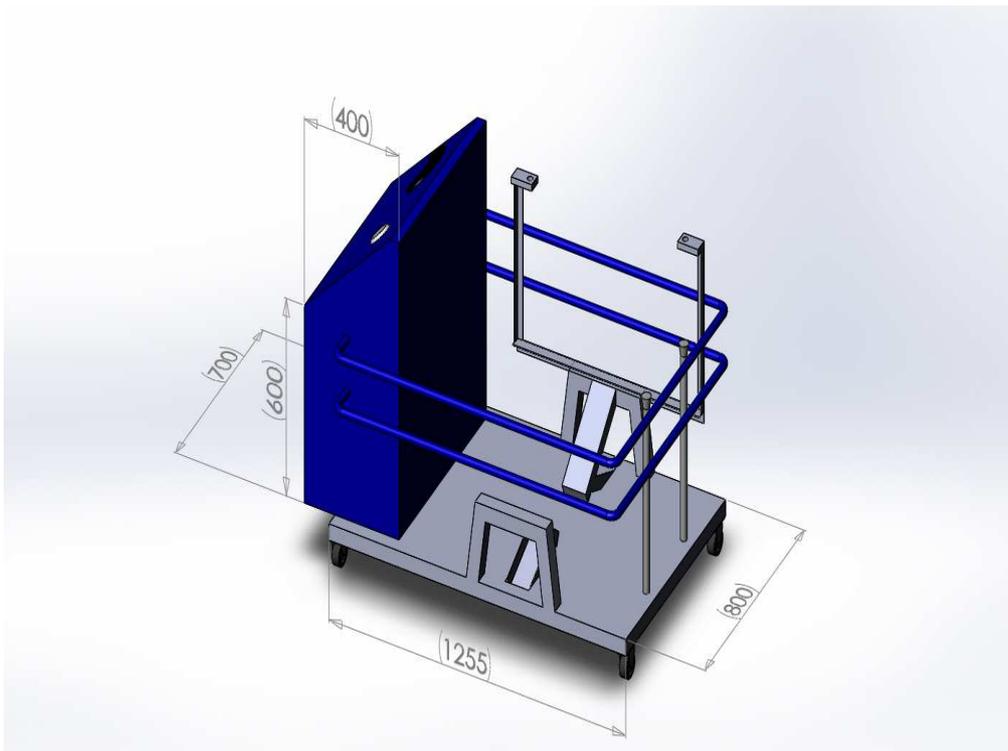
**Tabla 3.** Especificaciones técnicas de tubería cuadrada (DIPAC, 2006)

DIMENSIONES			AREA		EJES X-Xe Y-Y	
A	ESPESOR	PESO	AREA	I	W	i
mm	mm	Kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
25	2,0	1,47	1,74	1,48	1,16	0,92
30	1,2	1,08	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,46	1,15
30	2,0	1,78	2,14	2,71	1,81	1,13
40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
40	2,0	2,41	2,94	8,93	3,46	1,54
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52
50	1,5	2,25	2,85	11,06	4,42	1,97
50	2,0	3,03	3,74	14,13	5,65	1,94
50	3,0	4,48	5,61	21,20	8,48	1,91
60	2,0	3,68	3,74	21,26	7,09	2,39
80	3,0	5,42	6,61	35,08	11,89	2,34
75	2,0	4,52	5,74	50,47	13,46	2,97
75	3,0	6,71	8,41	71,54	19,08	2,92
75	4,0	8,59	10,95	89,98	24,00	2,87
100	2,0	6,17	7,74	122,99	24,60	3,99
100	3,0	9,17	11,41	178,95	35,39	3,94
100	4,0	12,13	14,95	228,09	45,22	3,89
100	5,0	14,40	18,36	270,57	54,11	3,84



El sistema de soldadura a emplear es SMAW en sus siglas en inglés (Shielding Metal Arc Welding), ya que es el más común y eficaz. El electrodo que va a ser empleado es el E6011 3/32 que utiliza de 30 - 75 amperios y que se emplea para soldar materiales de más de 2mm con eficacia.

### 3.2.2. PLANOS DE LA ESTRUCTURA.



**Figura 26.** Diseño y plano de la estructura

Para el diseño de la estructura del motor se consideró el peso del motor, para poder equilibrar las bases del motor, nivelarlo, y así poder adecuarlo para que la vibración no sea un problema al momento de ponerlo en funcionamiento.

### 3.2.3. PINTURA

En el momento que se probó el motor y las instalaciones de todos los componentes del motor, se procedió con la pintura en toda la estructura como se observa en la figura 27.



**Figura 27.** Pintura en la maqueta del motor

Se completó la tarea puliendo la superficie con una amoladora para después corregir las fallas con masilla, se aplicó un fondo con antioxidante mate para después obtener un resultado como se muestra en la figura.

#### **3.2.4. CONTROL DE ACELERACIÓN**

La aceleración del motor en el banco de pruebas debe ser fácil de manipular, por esta razón se seleccionó un manubrio en el tablero de instrumentos para que un cable de bicicleta que está conectada enm la aleta de aceleración como se muestra en la figura 28.



**Figura 28.** Cable de aceleración

### 3.2.5. SEGURIDADES.

Con el fin de precautelar la seguridad de los estudiantes se tomó en cuenta muchos factores como temperatura, emisión de gases, ruido, las partes móviles y de giro del motor.

Cuando se colocó el motor en el banco de pruebas se pusieron dos bases de caucho para evitar las vibraciones normales del motor, así como también unos tubos de seguridad alrededor del motor como se observa en la figura 29 para evitar posibles accidentes.



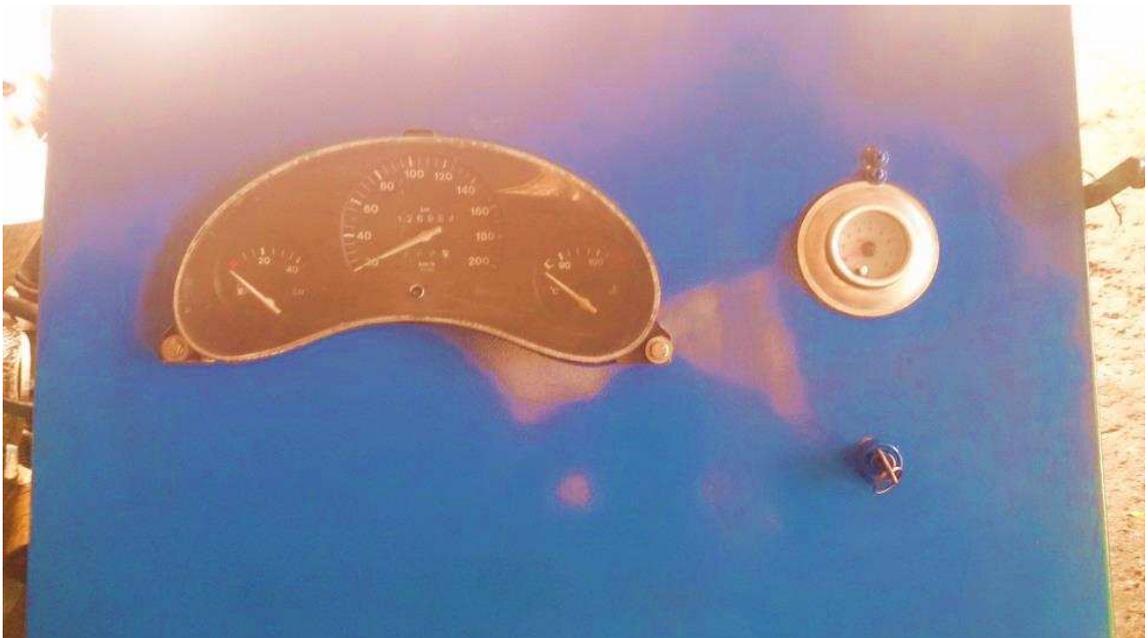
**Figura 29.** Seguridades en el banco de pruebas

Debido a las altas temperaturas en el sistema del escape se lo colocó en una parte de difícil acceso, también se ubicó el radiador con su electro ventilador al frente del múltiple de escape.

El tanque de gasolina con su bomba y conexiones se encuentran alejados de las fuentes de calor de tal forma que no haya ningún tipo de accidente.

### 3.2.6. SELECCIÓN ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA DE LOS ELEMENTOS DEL BANCO DE PRUEBAS

El banco de pruebas tiene un tablero de instrumentos para el monitoreo y control del motor, se seleccionó un tacómetro el cual indica las revoluciones de giro del motor. Los indicadores de la temperatura, la carga eléctrica de la batería, la Luz MIL, y la llave de encendido se encuentra en el mismo tablero del motor como se muestra en la figura 30.



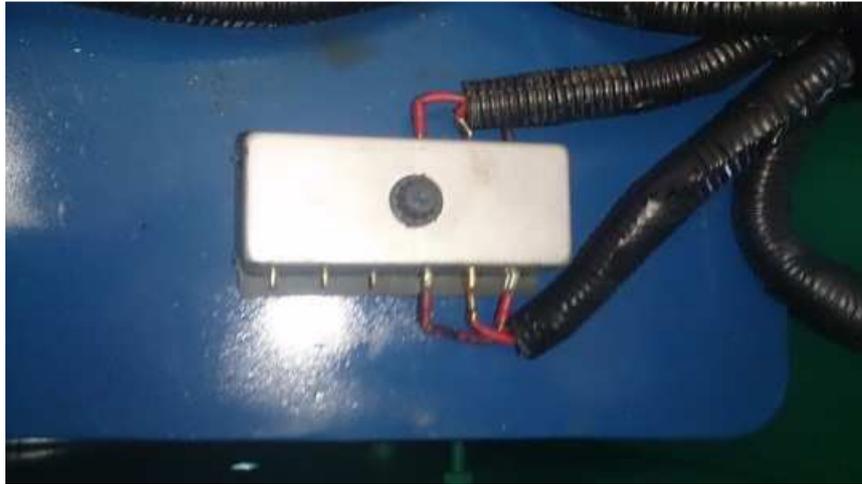
**Figura 30.** Panel de instrumentos

El motor necesita también protección en sus circuitos eléctricos por lo que se instaló una caja porta fusibles como se muestra en la figura 31.

En la caja encontramos tres fusibles:

- El fusible de 15 amperios protege a la unidad electrónica de control, sistema encendido electrónico DIS y bomba de combustible.

- El fusible de 20 Amperios protege los terminales B1 y C16 que son lo que alimentan y protegen a la bomba de combustible y su relé.
- El fusible de 5 Amperios protege a la luz de testigo en caso de cortocircuito y sobrecarga.



**Figura 31.** Porta Fusibles

#### **3.2.6.1. Luz de Anomalía (MIL)**

Este elemento se encuentra ubicado en el tablero de instrumentos, la función de esta luz de testigo es indicar cuando el motor está presentando una anomalía o avería en uno de sus sensores o actuadores.

### **3.3. ADAPTACIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE CORSA WIND AL CORSA EVOLUTION**

Esta adaptación es posible dada la similitud entre los componentes del sistema electrónico y potencia, debido a los altos costos que representan los sistema de inmovilizador, el módulo de carrocería, entre otros. Se tomó en cuenta también la accesibilidad de repuestos y diferentes componentes del sistema electrónico, como se observa en la siguiente tabla 4.

**Tabla 4.** Comparación de sensores Corsa Wind a Corsa Evolution

SENSORES	CORSA WIND	CORSA EVOLUTION
Sensor presión absoluta (MAP)	X	X
Sensor de posición de la válvula de aceleración (TPS)	X	X
Sensor de temperatura de aire IAT	X	X
Sensor de temperatura del motor (ECT)	X	X
Sensor de oxígeno	X	X
Sensor de detonación (KS)		X
Sensor de velocidad (VSS)		X

En este caso la adaptación es posible debido a la disponibilidad de todos los sensores adecuados para el correcto funcionamiento del motor, como se puede observar en la tabla 4. La falta del sensor de detonación que indica si existe detonación al momento de la combustión y el sensor de velocidad que indica la velocidad del vehículo no interfiere en la puesta en marcha del motor.

Pero cabe recalcar que los sensores antes mencionados son necesarios en un vehículo normal ya que mejoran la eficiencia del motor, y también envían información importante a la unidad de control electrónica tanto como la velocidad de giro del vehículo y las detonaciones del motor al momento de la combustión.

Para seguir con la adaptación se comparó los actuadores que intervienen en el funcionamiento del motor Corsa 1.4 y el motor Corsa Evolution, es así que se realizó un tabla comparativa de todos los actuadores con el fin de realizar un análisis correcto para posteriormente hacer la adaptación correspondiente al motor. Ver Tabla 5.

**Tabla 5.** Comparación de actuadores Corsa Wind a Corsa Evolution

ACTUADORES	CORSA WIND	CORSA EVOLUTION
Módulo de sistema de ignición computarizada (DIS)	X	X
Motor de ralentí paso a paso válvula (IAC)	X	X
Electrobomba de combustible	X	X
Sistema de recirculación de los gases de escape (EGR)		X
Inyectores	X	X

La carencia de la válvula de recirculación de gases de escape no interviene en el funcionamiento ya que es un implemento para reducir las emisiones de gases.

Por último los módulos de control que son muy importantes pero debido a la adaptación se puede suprimirlos ya que estos no interfieren en el funcionamiento de encendido del motor como se puede observar en la siguiente tabla 6.

**Tabla 6.** Comparación de módulos electrónicos

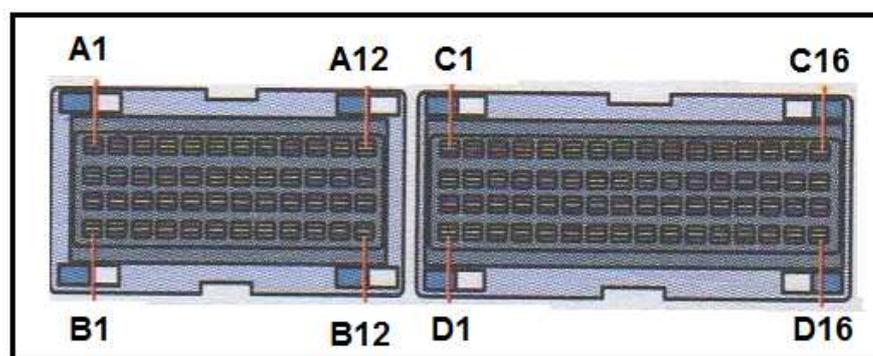
MODULOS	CORSA WIND	CORSA EVOLUTION
Módulo de control del motor (ECM)	X	X
Modulo del control de la carrocería (PCM)		X
Modulo inmovilizador		X

De los cuadros comparativos se puede concluir que la adaptación del sistema electrónico del corsa wind a corsa evolution es posible dado que el módulo de control de carrocería y el modulo inmovilizador no impedirán el correcto funcionamiento del motor debido a que no son módulos indispensables en el sistema de encendido del corsa wind. Cabe recalcar que esto solo es posible en el banco didáctico de este proyecto ya que un motor en funcionamiento normal no funcionaría debido a que los módulos son esenciales para cerrar el circuito entre el módulo de carrocería, sistema inmovilizador y la ECM, y además de ayudar al conductor en el manejo y su seguridad.

A continuación se procede a la adaptación del sistema de inyección electrónica wind a evolution, para eso se debe conocer los parámetros de funcionamiento así como también diagramas eléctricos del corsa wind y corsa evolution: las señales de referencia de ambos sistemas de los sensores son de 5V y de 12 V de alimentación para los inyectores y demás actuadores.

### 3.3.1. INSPECCIÓN E INSTALACIÓN DEL CABLEADO DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRONICA DEL CORSA WIND AL EVOLUTION

Para identificar seguimos los bornes principales de conexión de la Unidad de Control electrónica como se detalla en el siguiente grafico 32.



**Figura 32.** Identificación de pines de la unidad de control electrónico

(Santander J. , 2005)

En la siguiente tabla se identifica cada uno de los pines y la función a la que corresponde:

**Tabla 7.** Pines y conectores A y B de la Unidad de Control Electrónica, (Santander J. , 2005)

<b>PIN</b>	<b>FUNCION</b>
A1	No utilizado
A2	Línea de señal del Sensor de posición del cigüeñal (CKP) P35
A3	Relé de corte del A/C K60
A4	Relé del Ventilador K1
A5	Relé del Ventilador K2
A6	No utilizado
A7	Línea del. Sensor de Presión Absoluta en el Colector (MAP) P23
A8	Línea del serial del Sensor del Posición de la Mariposa de aceleración (IPS) P 34
A9	No utilizado
A10	Entrada del TCM solamente A/T
A11	Líneas de Masa del Sensor de temperatura del líquido de enfriamiento (CIS) P30, Sensor de presión Absoluta en el Colector (MAP) P23 y el Sensor de Presión del Acondicionador de Aire P80 Conector de Octanaje XI5
A12	Masa del ECM
B1	Voltaje de la batería.
B2	Línea de señal del Sensor de velocidad del vehículo (VSS).
B3	Masa del sensor de posición del cigüeñal (CKP) P35.
B4	No utilizado.
B5	No utilizado.
B6	Relé de la bomba de combustible K58.
B7	Línea de datos Seriales del terminal J del enchufe ALDL B5 GX 13.
B8	Alimentación de energía (5v) del sensor de Presión Absoluta del colector P23, sensor de posición de la Mariposa de Aceleración (TPS) P34
B9	No utilizado
B10	Masa de ECM.
B11	Línea de señal del sensor de oxígeno (O2) P33
B12	Línea de señal

**Tabla 8.** Pines y conectores C y D, (Santander J. , 2005)

<b>PIN</b>	<b>FUNCION</b>
C1	Control de la masa de verificación del borne H30.
C2	Señal de la salida del Tacómetro (si está equipado).
C3	Línea de señal EST B.
C4	Voltaje de encendido.
C5	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.
C6	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.
C7	No utilizado.
C8	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.
C9	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.
C10	No utilizado.
C11	Control de Masa de los inyectores 1/4.
C12	No utilizado.
C13	Conector del inyector
C14	Conector del inyector
C15	Control de Masa de los inyectores 2/3.
C16	Voltaje de la batería.
D1	Masa del ECM
D2	Línea de la masa del sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración (TPS) P354, y Sensor de Temperatura del Aire de la admisión (JAU) P3.1.
D3	Señal del sensor de Temperatura del Aire de la Admisión (JAU) P31.
D4	No utilizado
D5	Interruptor de solicitud del Acondicionador de Aire.
D6	No utilizado.
D7	No utilizado.
D8	Línea de Activación de diagnóstico del Borne b del enchufe ALDL X13
D9	No utilizado
D10	Línea de Señal EST A.
D11	Señal del conector de Octanaje X15.

### **3.3.2. VERIFICACIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ENCENDIDO DIS**

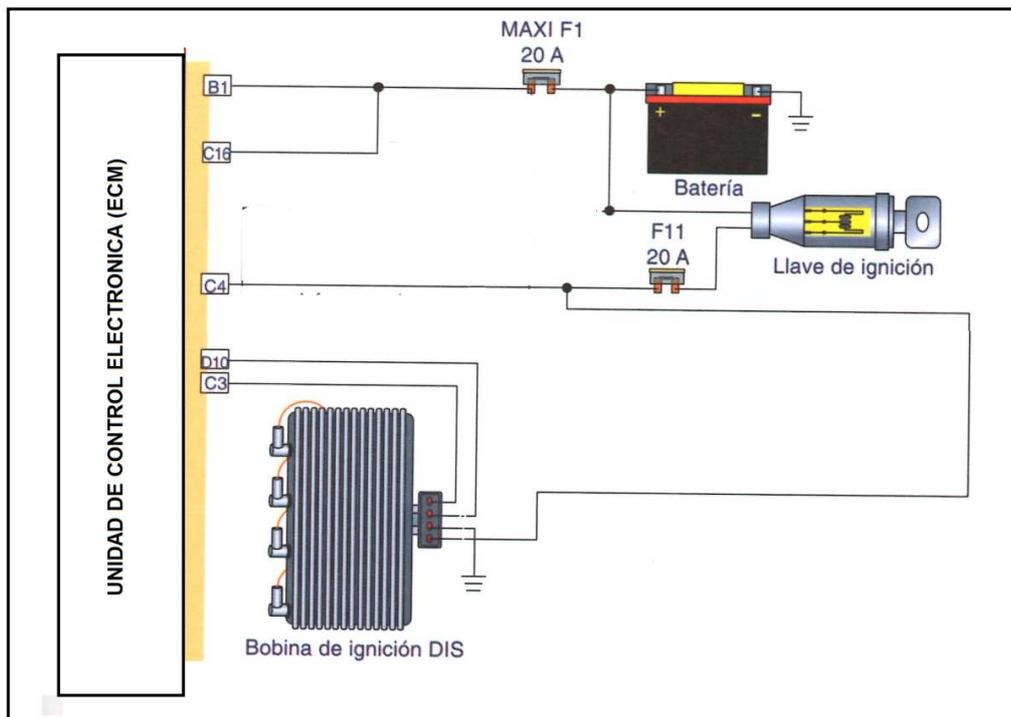
El Sistema de Encendido Electrónico DIS del Corsa Wind, es igual al del Corsa Evolution por lo que no se necesita ninguna adaptación. El encendido DIS o de chispa perdida realiza el encendido en pares, la primera bobina maneja los pistones 1 y 4 y la segunda bobina para los pistones 2 y 3.

El orden de encendido para este motor 1-3-4-2

La resistencia en las bobinas

- Resistencia en el Circuito Primario: 1-4 K $\Omega$
- Resistencia en el Circuito Secundario: 5-17 K $\Omega$ .

En la siguiente figura 33 se observa el circuito eléctrico del sistema de encendido electrónico DIS.



**Figura 33.** Sistema de encendido DIS

(Santander J. , 2005)

En el circuito se puede identificar los pines que son empleados para el sistema DIS que son: el pin B1 y C16 que son alimentación de unidad de control electrónico, y el pin D10 y C3 que son las señales para el control de la bobina del sistema DIS

Se debe tomar en cuenta que para el encendido del motor la unidad de control electrónica toma la señal del sensor de posición del cigüeñal.

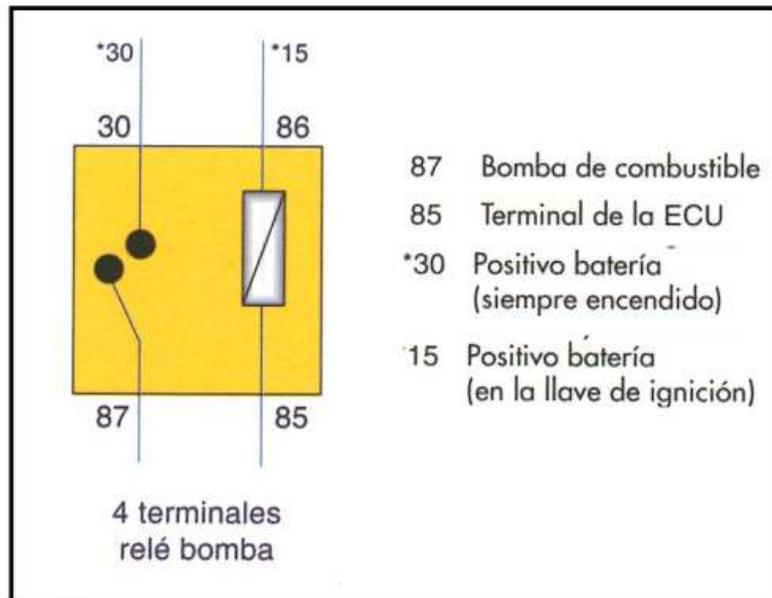
### 3.3.3. ADAPTACIÓN DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE.

El tanque de combustible se colocó lejos de sistema de escape para evitar accidentes innecesarios como se muestra en la figura 34. Se empleó un tanque de refrigeradora para colocar la bomba de combustible así como también la boya para medir la cantidad de combustible.



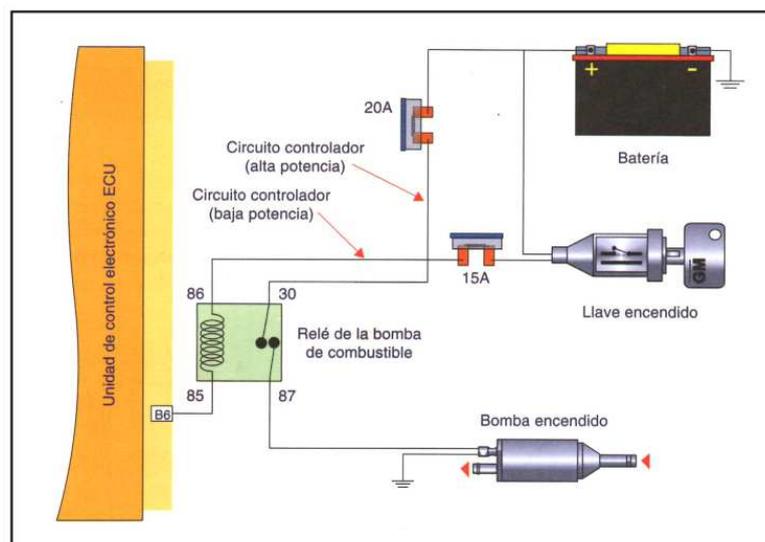
**Figura 34.** Ubicación del tanque de combustible

Una vez ubicado el tanque de combustible se colocó la bomba de combustible al interior del tanque la misma que es refrigerada por el combustible. La bomba tiene una presión que oscila entre 2.8 a 3.2 bar a presión constante. En los siguientes gráficos 35 y 36 se pueden ver el circuito de la bomba de alimentación.



**Figura 35.** Relé de la bomba de combustible

(Santander J. , 2005)



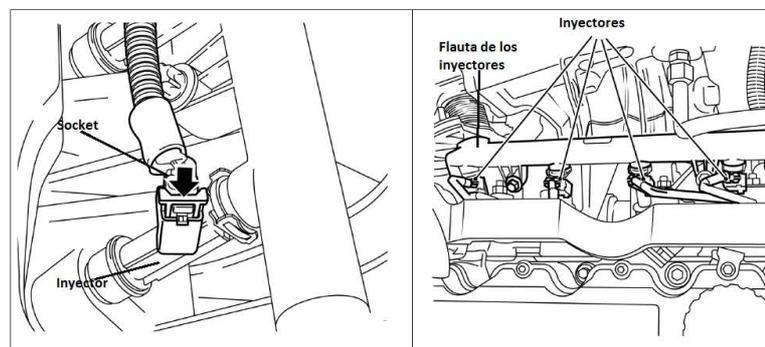
**Figura 36.** Circuito de la bomba de alimentación de combustible

(Santander J. , 2005)

## 3.4. INSTALACIÓN E INSPECCIÓN DE LOS ACTUADORES

### 3.4.1. INSPECCIÓN DE LOS INYECTORES

La función principal del inyector es permitir el paso de combustible en el instante preciso cuando el pistón está en el final de la carrera de compresión. Es ahí que el inyector que se muestra en la figura 37, tiene los mismos parámetros de funcionamiento que el sistema de inyección corsa wind



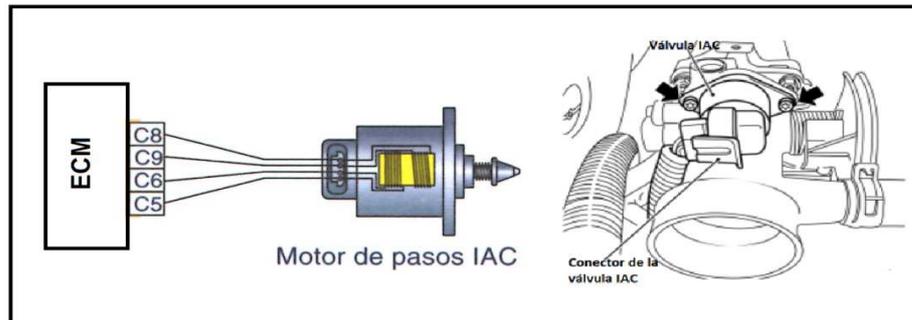
**Figura 37.** Inyectores

(GM, 2002)

En la ECM los pines C11 que controla la masa de los inyectores 2 y 3 y el pin C15 que controlan la masa de los inyectores 1 y 4 se puede observar dos cables el uno es alimentación de 12V y el otro cable que controla la ECM enviando pulsos negativos para su activación.

### 3.4.2. INSPECCIÓN DE VALVULA PASO A PASO (IAC)

La válvula paso a paso se instaló sin ningún problema debido a que la instalación es similar en los dos sistemas en la siguiente figura se muestra el diagrama eléctrico y la posición en el motor. Ver Figura 38.



**Figura 38.** Válvula pasó a paso IAC

(Santander J. , 2005)

Una prueba que se hace en la válvula paso a paso es la medición de la resistencia entre los pines A-B y C-D, y debe ser entre 40 y 50 ohmios, caso contrario se debe reemplazar la válvula.

### **3.5. INSTALACIÓN E INSPECCIÓN DE LOS SENSORES**

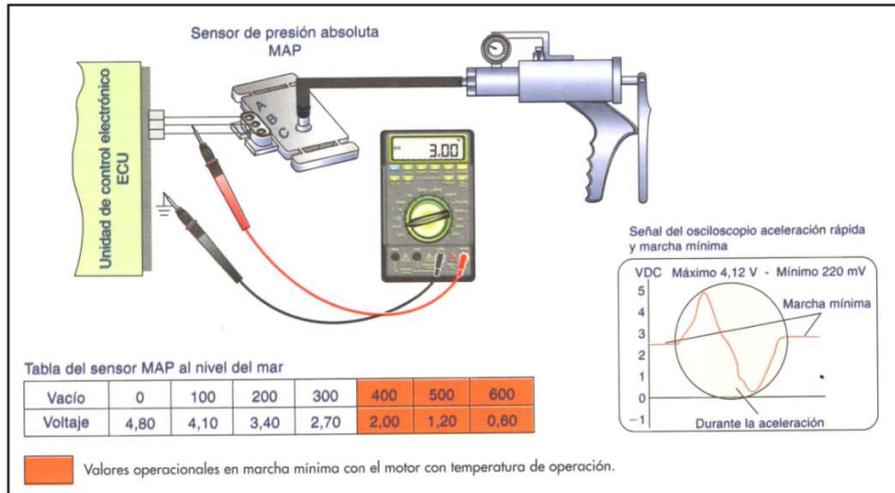
#### **3.5.1. INSTALACIÓN DE SENSOR DE PRESIÓN ABSOLUTA (MAP)**

El sensor se encuentra ubicado en el múltiple de admisión, posee cuatro cables que son: masa, señal y dos de referencia. La comprobación que se pueden realizar en este sensor se muestra en el siguiente grafico 39



**Figura 39.** Sensor MAP

Para comprobar si el sensor MAP está funcionando correctamente se puede realizar la siguiente comprobación que se muestra en la figura 40.



**Figura 40.** Sensor presión absoluta y comprobación

(Santander J. , 2005)

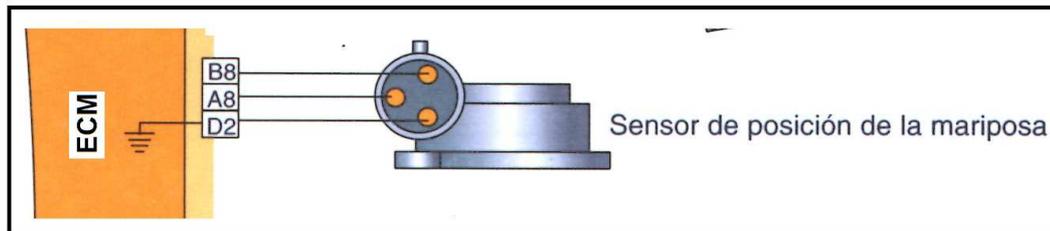
### 3.5.2. INSTALACIÓN E INSPECCIÓN DEL SENSOR DE POSICIÓN DE LA ALETA DE ACELERACIÓN (TPS)

El sensor de posición de la aleta de aceleración está ubicado en el cuerpo de aceleración como se muestra en la siguiente figura 41. En el banco de pruebas el TPS no fue modificado o alterado ya que los cables de señal, masa y referencia son los mismos que el corsa wind.



**Figura 41.** Ubicación del Sensor TPS

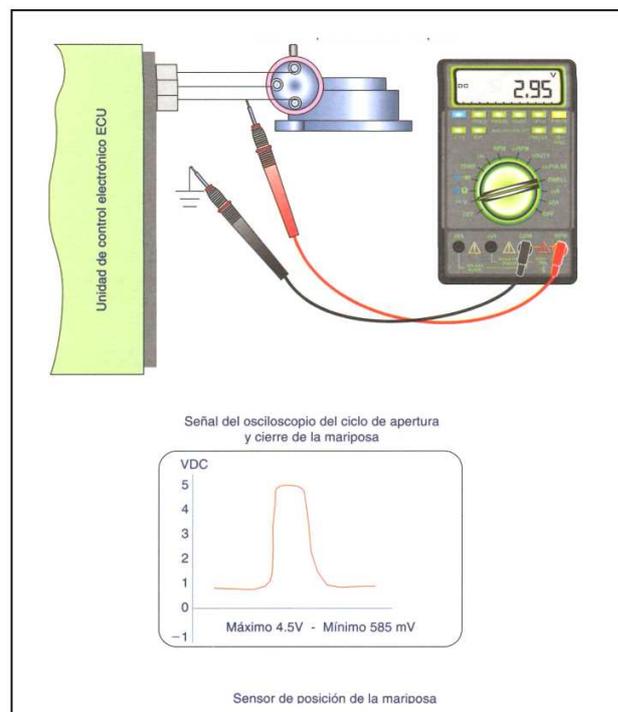
Para comprobar el funcionamiento del sensor TPS se puede comprobar el voltaje de retorno del sensor, el valor del voltaje debe estar entre 0.5 a 4.45 voltios sin saltos ni interrupciones.



**Figura 42.** Conexión del sensor tps

(Santander J. , 2005)

Se puede comprobar con el osciloscopio el ciclo de apertura y cierre de la mariposa como se muestra en la figura 43.



**Figura 43.** Señal de osciloscopio TPS

(Santander J. , 2005)

### 3.5.3. SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE

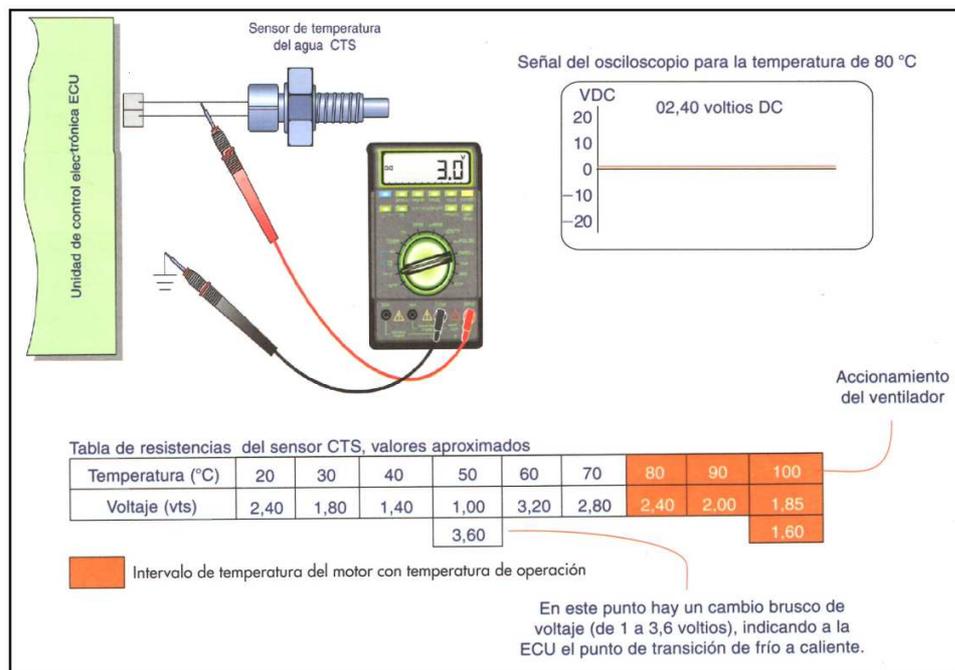
El sensor ECT es el mismo que del corsa evolution su principio eléctrico es Coeficiente negativo de temperatura (NTC), a medida que aumenta la temperatura su resistencia cae proporcionalmente. Su instalación se la muestra con la siguiente figura 44.



**Figura 44.** Sensor ECT

(Santander J. , 2005)

En la siguiente figura 45 se puede observar que mediante la lectura del osciloscopio



**Figura 45.** Comprobación del sensor ECT

(Santander J. , 2005)

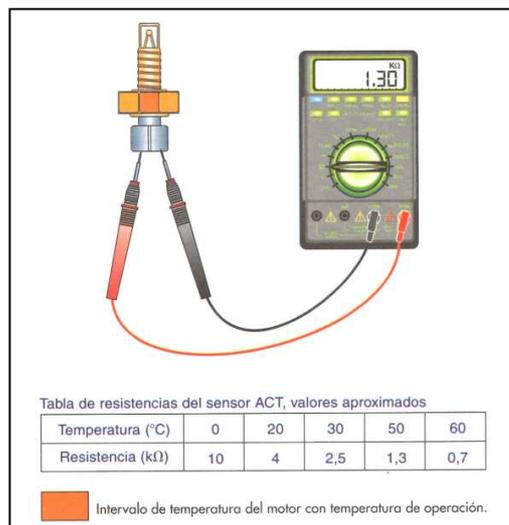
### 3.5.4. SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE (IAT)

Este sensor se encuentra ubicado en el depurador como se muestra en la figura 46 antes del cuerpo de aceleración, en el banco de pruebas no se tuvo que hacer ninguna modificación, posee dos cables uno de señal y el otro de referencia.



**Figura 46.** Sensor IAT

Se puede realizar pruebas con el multímetro de resistencia y voltaje para determinar su correcto funcionamiento. Ver figura 47.



**Figura 47.** Comprobación de resistencia del sensor IAT

(Santander J. , 2005)

### 3.5.5. INSPECCIÓN E INSTALACIÓN DE SENSOR DE OXÍGENO (O<sub>2</sub>)

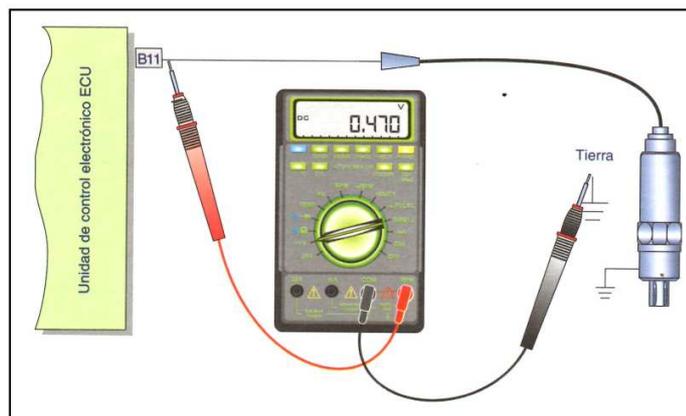
El sensor se encuentra situado en el múltiple de escape como se muestra en la figura 48, tiene un cable de señal para la unidad de control electrónica, la señal que envía la ECM es aproximadamente de 0.350 a 0.450 voltios



**Figura 48.** Ubicación del Sensor de Oxígeno

(Santander J. , 2005)

Se verifica el voltaje de retorno hacia la ECM, Se enciende el motor hasta que alcance la temperatura de trabajo, con el multímetro se mide el voltaje que debe oscilar 0.100 (mezcla pobre) y 0,900 voltios (mezcla rica), como se muestra en la figura 49.

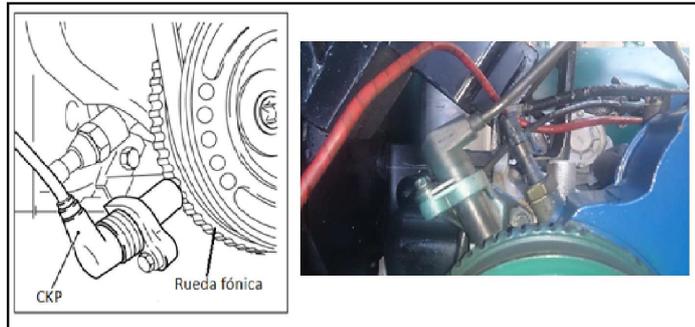


**Figura 49.** Medición del voltaje del sensor EGO

(Santander J. , 2005)

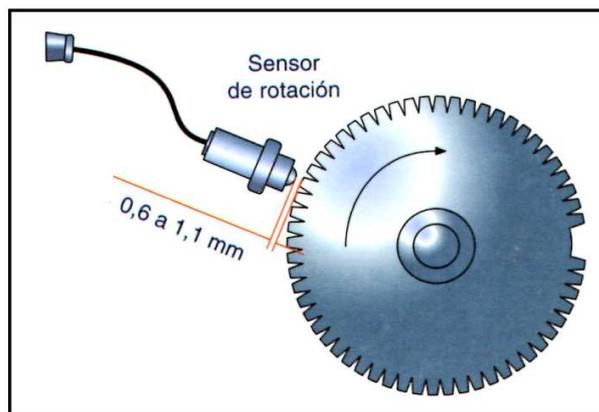
### 3.5.6. SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL (CKP)

Es un sensor de tipo Inductivo, que determina las revoluciones del motor de manera exacta a través de la posición del cigüeñal está ubicado al lado de la polea del cigüeñal como se muestra en la figura 50.



**Figura 50.** Ubicación del sensor de posición del cigüeñal  
(GM, 2002)

Este sensor también aporta a los sistemas de inyección como contador de revoluciones del cigüeñal, con este dato la ECU modificará el caudal de salida de gasolina hacia los inyectores. La medida que debe tener el sensor CKP con respecto a la rueda fónica se puede observar en la figura 3.28 siguiente:



**Figura 51.** Calibración del sensor CKP  
(Santander J. , 2005)

## **4. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

## 4.1. PRÁCTICAS EN EL MOTOR CORSA 1.4

### 4.1.1. CÓDIGOS DE FALLA DEL MOTOR CORSA 1.4

Después de haber ensamblado todos los sistemas del motor y la ECM, así como también los sensores y actuadores. Se procedió al encendido del motor, donde se puede obtener los códigos de falla del motor corsa 1.4 por medio de un conector el cual funciona por medio de un puente para que la luz testigo mil destelle y se pueda obtener los códigos que a continuación se detallara de acuerdo al fallo en el sistema en la siguiente tabla 9.

**Tabla 9.** Código de fallas del motor corsa (Guitérrez, 2007)

<b>Códigos de falla</b>	<b>Descripción</b>	<b>Terminal ECM</b>
13	Sensor de Oxígeno O2 - Circuito Abierto	B11, BIO
14	Sensor de Temperatura del Líquido de Enfriamiento - Voltaje Bajo	B12, A11
15	Sensor de Temperatura del Líquido de Enfriamiento - Voltaje Alto	B12, A11
19	Señal Incorrecta de rpm	A2, B3
21	Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración - Voltaje Alto	B8, A8, D2
22	Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración - Voltaje Bajo	B8, A8, D2
24	Ninguna Señal de Velocidad del Vehículo	B2, D1
25	Válvula del Inyector - Voltaje Bajo	C11
29	Relé de la Bomba de Combustible - Voltaje Bajo	B6, D1
32	Relé de la Bomba de Combustible - Voltaje Alto	B6, D1
33	Sensor MAP - Voltaje Alto	B8,A7,A11
34	Sensor MAP - Voltaje Bajo	C5, C6, C8
35	Falla en el Control de Aire en Ralentí	C9, D1
41	Línea EST de las Bobinas 2/3 - Voltaje Alto	C3,D1
42	Línea EST de las Bobinas 1/4 - Voltaje Alto	D10, D1
44	Escape Pobre	B11, B10
45	Escape Rico	B11, B10
49	Batería – Voltaje Alto	C4, D1
51	Falla EPROM	-
55	Falla EPROM	-
63	Línea EST de las Bobinas 2/3 - Voltaje Bajo	C3, D1
64	Línea EST de las Bobinas 1/4 - Voltaje Bajo	D10, D1
69	Temperatura del Aire del Colector – Voltaje Alto	D2,D3
71	Temperatura del Aire del Colector – Voltaje Bajo	D2,D3
81	Válvula Inyectora – Voltaje Alto	C11, C15
93	Falla del Módulo QUAD Driver U8	A10, C1
94	Falla del Módulo QUAD Driver U9	A3, A4, A5, D1

## 4.2. CONECTOR PARA PRUEBAS CON LA LUZ DE TESTIGO MIL

La primera es utilizar el ALDL (Assembly Line Diagnostic Link) del tablero como se muestra en la figura 52 para realizar el autodiagnóstico por medio de los destellos de la luz Check Engine.



**Figura 52.** Socket para luz de testigo

- Apagar el motor después que se generó el código.
- Colocar la llave del interruptor de encendido en apagado.
- Con un cable se realiza un puente en los terminales del ALDL. Para obtener los códigos de falla, es recomendable utilizar una lámpara para que no se produzca ninguna avería en el conector u otro elemento.
- Dar contacto e inmediatamente comenzará a destellar la luz de testigo, para leer el código observar los destellos que se generan, el primer conjunto de destellos determina la decena del código, mientras que el segundo grupo representan las unidades; los códigos se repiten tres veces separados de una pausa más larga.

- El primer código generado es el doce referente al correcto estado sistema. En este caso el primer grupo de destellos serán 5 y el segundo solo será 1, es decir el código 51, repitiéndose tres veces.

### 4.3. CÓDIGOS DE FALLA DEL MOTOR CORSA 1.4

Los códigos que se obtuvieron con la luz de testigo son los siguientes y se detallan a continuación:

- Código 24 revisar el circuito VSS
- Código 93 falla en el módulo Quad Driver 8

#### 4.3.1. CÓDIGO 24: SENSOR DE VELOCIDAD (NINGUNA VELOCIDAD DEL VEHÍCULO)

El motor posee un sensor de velocidad que permite a la unidad de control electrónica conocer la velocidad del motor.

**Tabla 10.** Diagrama de flujo Sensor de Velocidad, (Rueda J. , 2003)

PASO	ACCION	SI	NO
<b>1</b>	¿El velocímetro muestra la velocidad del vehículo?	Cable del terminal "B2" en mal estado o mala conexión de "B2". Si el cable y las conexiones están en buen estado, avería intermitente o mal estado del ECM (PCM). Vuelva a inspeccionar consultando los "Problemas intermitentes mala conexión".	Vaya al paso 2
<b>2</b>	1) Con el interruptor de encendido en OFF, desconecte el acoplador de VSS. 2) Con el interruptor de encendido en ON, inspeccione el voltaje entre el terminal "21" y el terminal "8" del acoplador de VSS. ¿El voltaje esta en unos 10 -14 V?	Vaya al paso3.	Cable del terminal "21" u "8" roto o cortocircuitado.
<b>3</b>	1) En la misma condición del paso 2, inspeccione el voltaje entre los terminales "25" y "8" del acoplador de VSS. ¿Hay un voltaje de más de 4 V?	Vaya al paso 4.	Vaya Al Paso 5.

<b>4</b>	1) Desmonte el VSS. 2) Inspeccione los engranajes de mando y mandados del VSS por daños y desgaste excesivo. ¿Está en buen estado?	Mala conexión de VSS o avería de VSS. Si la conexión está bien, sustituya un VSS en buen estado e inspeccione nuevamente.	Avería del engranaje de mando o mandado de VSS.
<b>5</b>	1) Desmonte el medidor combinado del tablero de controles. 2) Gire el interruptor de encendido a ON e inspeccione el voltaje entre los terminales "25" y "8" del acoplador de VSS. ¿El voltaje está en unos 4 - 5 V?	Avería del velocímetro	Cable del terminal "B2" roto/ cortocircuitado o ECM (PCM) en mal estado. Si el cable y las conexiones están bien, sustituya un ECM (PCM) en buen estado e inspeccione nuevamente.

La prueba de este sensor consiste en hacer girar su eje y medir la salida de voltaje. Esto puede hacerse con el sensor en el auto, levantándolo con un gato hidráulico las ruedas impulsoras y encendiendo el motor. También se puede desmontar el sensor y hacerlo girar con la mano mientras se mide el voltaje de salida. Si no hay generación de pulsos habrá que remplazar el sensor.

- Código 93 falla en el módulo Quad Driver 8

#### **4.3.2. CÓDIGO 93: FALLA EN EL MODULO QUAD DRIVER 8**

El circuito Quad Drive Module 8 (controlador cuádruple), este circuito está adentro de la ECM y es utilizado para conectar y desconectar componentes.

Las principales funciones del módulo Quad Driver 8 es controlar los siguientes aspectos:

- La electroválvula EGR
- La lámpara de verificación del motor
- Señal del tacómetro

Por consecuencia en el banco de pruebas carecemos de esta válvula EGR que es utilizada para reducir las emisiones de gases, se obtendrá este código de falla.

## **4.4. PRÁCTICAS EN EL BANCO DE PRUEBAS**

### **4.4.1. RECOMENDACIONES PARA EL USO BANCO DE PRUEBAS.**

Para empezar las guías de prácticas se debe tomar en cuenta varios aspectos:

- Se debe colocar un mandil y los equipos de protección personal EPP
- Estar bajo la supervisión de un docente
- Servirse de la guía de practica
- Verificar voltaje de la batería
- Examinar si existe combustible en el depósito de combustible.
- Verificar el nivel de agua del refrigerante
- Examinar la existencia de aceite en el motor

Cuando se utilice el motor se debe tener en cuenta que es un motor estacionario y que el ruido y las emisiones va a ser alto por lo que se recomienda hacer uso del mismo en una lugar con mucha ventilación , y no excederse por más de una hora en su uso.

### **4.4.2. USO DE LAS GUIAS DE PRÁCTICAS EN EL BANCO DE PRUEBAS**

Se recomienda seguir las recomendaciones detalladas anteriormente, además en la parte didáctica y de aprendizaje, cumplir con los objetivos propuestos en cada práctica.

#### 4.4.2.1. Práctica N° 1: Sensor de temperatura del refrigerante.

<b>OBJETIVOS</b>								
<ul style="list-style-type: none"><li>- Determinar el voltaje de señal y el voltaje de referencia del sensor. Conocer la manera de realizar el autodiagnóstico en el módulo. Eliminar los códigos de falla almacenados en la memoria de la ECM.</li></ul>								
<b>EQUIPO NECESARIO</b>								
<ul style="list-style-type: none"><li>- Banco de pruebas.</li><li>- Multímetro análogo o digital.</li></ul>								
<b>MARCO TEÓRICO:</b>								
El sensor de temperatura del refrigerante es un termistor NTC, lo cual quiere decir que es una resistencia que varía con la temperatura en forma inversa, es decir que a mayor temperatura menor resistencia y viceversa. Al suministrar un voltaje de referencia (5V) el voltaje de señal hacia la ECM irá variando de acuerdo a la resistencia.								
<b>PROCEDIMIENTO:</b>								
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.</li><li>2. Observe que la luz de check engine está encendida.</li><li>3. Luego dejamos que el motor alcance su temperatura normal de trabajo y así poder observar cómo cambian los valores de resistencia y voltaje.</li><li>4. Con el sensor desconectado y la ayuda de un termómetro, verificar la resistencia del sensor a 40, 60, 80 y 100 grados centígrados y registrar los valores en la tabla.</li></ol>								
<b>Tabla 11. Resistencia del Sensor.</b>								
<table border="1"><thead><tr><th><b>TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE (OC)</b></th><th><b>VALORES DE RESISTENCIA (<math>\Omega</math>)</b></th></tr></thead><tbody><tr><td style="text-align: center;">40</td><td></td></tr><tr><td style="text-align: center;">60</td><td></td></tr><tr><td style="text-align: center;">80</td><td></td></tr></tbody></table>	<b>TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE (OC)</b>	<b>VALORES DE RESISTENCIA (<math>\Omega</math>)</b>	40		60		80	
<b>TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE (OC)</b>	<b>VALORES DE RESISTENCIA (<math>\Omega</math>)</b>							
40								
60								
80								

5. Con el sensor conectado y voltaje de referencia de 5V, verificar el voltaje de señal hacia la computadora a 40, 60, 80 grados centígrados, y registrar los resultados en la tabla 12.

**Tabla 12.** Voltaje de Señal.

TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE (C <sup>0</sup> )	VALORES DE VOLTAJE (V)
40	
60	
80	

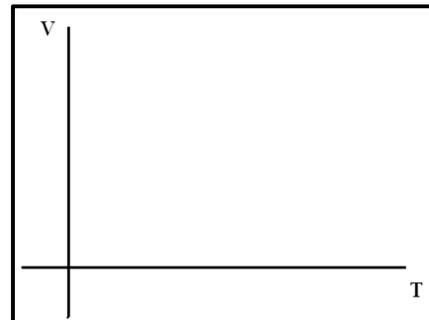
6. Con el sensor desconectado poner el interruptor en la posición de encendido y observar las pulsaciones de la lámpara check engine. ¿Cuál es el código que se registra?

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

Realizar los diagramas Voltaje vs Tensión y Resistencia vs Tensión con los datos obtenidos en las tablas 53 y 54.



**Figura 53.** Cuadrante R vs V



**Figura 54.** Cuadrantes R vs T

### PREGUNTAS:

1. ¿Qué valor de resistencia marca el sensor de temperatura del refrigerante?
2. ¿En qué condiciones de funcionamiento del motor la resistencia y voltaje son bajos?
3. ¿En qué condiciones de funcionamiento del motor la resistencia es alta?

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### BIBLIOGRAFÍA

#### 4.4.2.2. Práctica N<sup>o</sup>. 2: Sensor de la mariposa de aceleración.

<b>OBJETIVOS:</b>								
<ul style="list-style-type: none"><li>- Determinar el voltaje de señal y el voltaje de referencia del sensor.</li><li>- Conocer la manera de realizar el autodiagnóstico en el módulo. Eliminar los códigos de falla almacenados en la memoria de la ECU.</li></ul>								
<b>EQUIPO NECESARIO:</b>								
<ul style="list-style-type: none"><li>- Banco de Pruebas.</li><li>- Multímetro análogo o digital. .</li></ul>								
<b>MARCO TEÓRICO:</b>								
<p>El sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS), está constituido por un potenciómetro, que está sujeto a la prolongación del eje de la mariposa de aceleración, de forma que giran conjuntamente. Cuando el conductor presiona el pedal del acelerador, gira la mariposa y también el potenciómetro, lo que hace variar su resistencia interna. De esta manera varía el voltaje de señal a la ECM de acuerdo a la resistencia, cuando la computadora suministra al TPS un voltaje de referencia de 5 V.</p>								
<b>PROCEDIMIENTO:</b>								
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.</li><li>2. Observe que la luz de check engine está encendida.</li><li>3. Con el sensor desconectado realizar la medición de los diferentes valores de resistencia, girando manualmente la mariposa de aceleración, en las posiciones totalmente abierta, a media carga y totalmente cerrada y registre los valores en la tabla 13.</li></ol>								
<b>Tabla 13.</b> Valores de resistencia								
<table border="1"><thead><tr><th>POSICIONES DE LA MARIPOSA</th><th>VALORES DE RESISTENCIA ( <math>\Omega</math> )</th></tr></thead><tbody><tr><td>Totalmente abierta</td><td></td></tr><tr><td>Media carga</td><td></td></tr><tr><td>Totalmente cerrada</td><td></td></tr></tbody></table>	POSICIONES DE LA MARIPOSA	VALORES DE RESISTENCIA ( $\Omega$ )	Totalmente abierta		Media carga		Totalmente cerrada	
POSICIONES DE LA MARIPOSA	VALORES DE RESISTENCIA ( $\Omega$ )							
Totalmente abierta								
Media carga								
Totalmente cerrada								

4. Con el sensor conectado verifique el voltaje de referencia y registre esos valores en la tabla 14.

**Tabla 14.** Señales de voltaje

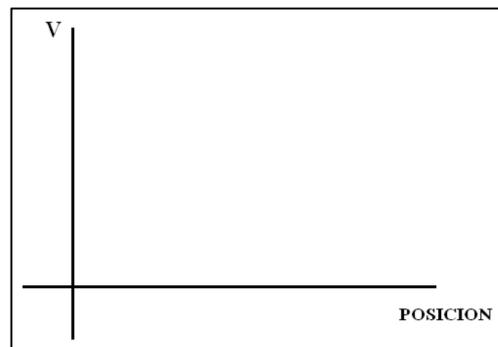
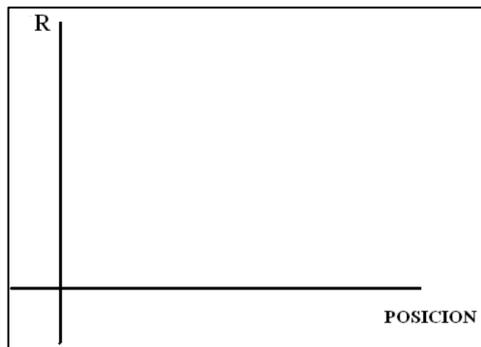
POSICIONES DE LA MARIPOSA	VALORES DE VOLTAJE ( V )
Totalmente abierta	
Media carga	
Totalmente cerrada	

5. Verifique el voltaje de señal a la ECM en las diferentes posiciones de la mariposa de aceleración y registre dichos valores en la tabla 14.

6. Con el sensor desconectado poner el interruptor en la posición de encendido y observar las pulsaciones de la lámpara check engine. ¿Cuál es código que se registra?

**ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Realice los diagramas Voltaje vs posición de la mariposa y Resistencia vs posición de la mariposa utilizando los valores de las tablas 55 y 56.



**Figura 55.** Cuadrante V vs Posición      **Figura 56.** Cuadrante de R vs Posición

**PREGUNTAS:**

1. ¿Cuáles son los valores de resistencia que se miden en el TPS?
2. ¿Cuáles serían los síntomas de un auto en el cual no funcione el TPS?
3. ¿Cuál es el valor del voltaje de referencia del TPS?
4. ¿Cuál es el valor del voltaje de señal del TPS en máxima y en mínima aceleración?

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:**

**BIBLIOGRAFÍA**

#### 4.4.2.3. Práctica N<sup>o</sup>. 3: Sensor de presión en el colector.

<b>OBJETIVOS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Determinar el voltaje de señal y el voltaje de referencia del sensor.</li><li>- Conocer la manera de realizar el autodiagnóstico en el módulo.</li><li>- Eliminar los códigos de falla almacenados en la memoria de la ECU.</li></ul>
<b>EQUIPO NECESARIO</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Banco de Pruebas</li><li>- Multímetro análogo o digital.</li><li>- Lámpara de pruebas.</li></ul>
<b>MARCO TEÓRICO</b>
<p>El sensor MAP detecta las variaciones de presión en el interior del múltiple de admisión y con ello determina la cantidad de aire que ingresa al motor.</p> <p>El sensor de presión en el colector, transforma las variaciones de presión en variaciones de voltaje. El sensor MAP consta de un diafragma hecho de material aislante en cuyo interior se encuentra un puente de resistencia, formado por sensores piezoeléctricos sensibles a las deformaciones del diafragma.</p>
<b>PROCEDIMIENTO:</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.</li><li>2. Observe que la luz de <b>check engine</b> está encendida.</li><li>3. Con el sensor desconectado mida el voltaje de referencia que llega al sensor y registre este valor.</li><li>4. Con el sensor conectado y con la ayuda de la bomba de vacío, medir los valores de vacío para 5, 10, 15 y 20 pulg. Hg. y registre los valores en la tabla siguiente</li></ol>

**Tabla 15.** Voltaje de Señal

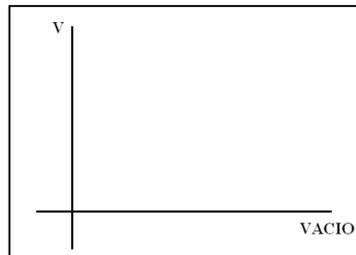
<b>VALORES DE VACIO (pulg. Hg.)</b>	<b>VALORES DE VOLTAJE ( V )</b>
5	
10	
15	
20	

5. Verifique el voltaje de señal a la ECM en las diferentes posiciones de la mariposa de aceleración y registre dichos valores en la tabla 15.

6. Con el sensor desconectado poner el interruptor en la posición de encendido y observar las pulsaciones de la lámpara check engine. ¿Cuál es el código que se registra?

#### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Realice los diagramas valores de vacío vs voltaje utilizando los valores de la tabla 57.



**Figura 57.** Cuadrante voltaje vs vacío

#### **PREGUNTAS:**

1. ¿Qué sucede con los valores de voltaje cuando el auto está a nivel del mar?
2. ¿Cuáles serían los síntomas del auto si el MAP está cortocircuitado o abierto en un motor?
3. ¿En qué condiciones de funcionamiento del motor el voltaje es alto?

#### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:**

#### **BIBLIOGRAFÍA**

#### 4.4.2.4. Practica N° 4: Sensor de temperatura del aire de la admisión.

<b>OBJETIVOS:</b>										
<ul style="list-style-type: none"><li>- Determinar el voltaje de señal y el voltaje de referencia del sensor.</li><li>- Conocer la manera de realizar el autodiagnóstico en el módulo.</li><li>- Eliminar los códigos de falla almacenados en la memoria de la ECU.</li></ul>										
<b>EQUIPO NECESARIO:</b>										
<ul style="list-style-type: none"><li>- Banco de Pruebas</li><li>- Multímetro análogo o digital.</li></ul>										
<b>MARCO TEÓRICO:</b>										
<p>El sensor de temperatura del aire de admisión es un termistor NTC, o sea una resistencia que cambia con la temperatura, es decir que cuando el aire de admisión está frío la resistencia del sensor es alta y por lo tanto el voltaje de señal a la computadora será también alto. Cuando el aire esté caliente, la resistencia del sensor será baja y el voltaje de señal será también bajo.</p>										
<b>PROCEDIMIENTO:</b>										
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.</li><li>2. Observe que la luz de check engine está encendida.</li><li>3. Luego procedemos a encender la secadora de pelo para simular la temperatura del aire que ingresa al motor y así poder observar cómo cambian los valores de resistencia y voltaje.</li><li>4. Con el sensor desconectado y la ayuda de un termómetro, verificar la resistencia del sensor a 20, 30, 40 y 50 grados centígrados y registrar los valores en la tabla 16.</li></ol>										
<p style="text-align: center;"><b>Tabla 16. Resistencia del Sensor</b></p> <table border="1"><thead><tr><th><b>TEMPERATURA DEL AIRE (OC)</b></th><th><b>VALORES DE RESISTENCIA (<math>\Omega</math>)</b></th></tr></thead><tbody><tr><td>20</td><td></td></tr><tr><td>30</td><td></td></tr><tr><td>40</td><td></td></tr><tr><td>50</td><td></td></tr></tbody></table>	<b>TEMPERATURA DEL AIRE (OC)</b>	<b>VALORES DE RESISTENCIA (<math>\Omega</math>)</b>	20		30		40		50	
<b>TEMPERATURA DEL AIRE (OC)</b>	<b>VALORES DE RESISTENCIA (<math>\Omega</math>)</b>									
20										
30										
40										
50										

5. Con el sensor conectado y voltaje de referencia al sensor, verificar el voltaje de señal hacia la computadora a 20, 30, 40 y 50 grados centígrados, y registrar los resultados en la tabla 17.

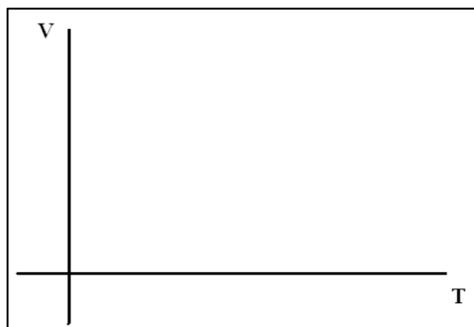
**Tabla 17.** Voltaje de Señal

TEMPERATURA DEL AIRE (OC)	VALORES DE VOLTAJE (V)
20	
30	
40	
50	

6. Con el sensor desconectado poner el interruptor en la posición de encendido y observar las pulsaciones de la lámpara check engine. ¿Cuál es el código que se registra?

#### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Realice los diagramas Voltaje vs Tensión y Resistencia vs Tensión con los datos obtenidos en las tablas 58 y 59.



**Figura 58.** Cuadrante de V y T



**Figura 59.** Cuadrante de R y T

#### **PREGUNTAS:**

1. ¿Cuáles son los valores de resistencia que se miden en el IAT?
2. ¿Cuáles serían los síntomas de un auto en el cual no funcione el IAT?
3. ¿Cuál es el valor del voltaje de referencia del IAT?

#### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **BIBLIOGRAFÍA**

#### 4.4.2.5. Práctica N<sup>o</sup>. 5: sensor de oxígeno (EGO)

<b>OBJETIVOS:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Determinar el voltaje de señal del sensor.</li><li>- Conocer la manera de realizar el autodiagnóstico en el módulo.</li><li>- Eliminar los códigos de falla almacenados en la memoria de la ECU.</li><li>- Conocer el funcionamiento del sensor.</li></ul>
<b>EQUIPO NECESARIO:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Banco de Pruebas</li><li>- Multímetro análogo o digital.</li></ul>
<b>MARCO TEÓRICO:</b>
<p>El EGO, detecta la cantidad de oxígeno existente en los gases de escape y envía una señal de voltaje a la computadora, la cual por medio de esta señal conoce si la mezcla (aire/combustible) está demasiado rica o demasiado pobre. El voltaje de señal varía de cero a un voltaje positivo, este valor se genera para el trabajo de la ECM.</p> <p>El sensor de oxígeno constituye una fuente de voltaje por reacción química, como lo es la batería. Consta de un elemento de dióxido de zirconio, ubicado entre dos placas de platino, cuando el platino entra en contacto con el oxígeno ocurre una reacción química, en la que se producen iones de oxígeno en las placas y el dióxido de zirconio se torna en un conductor eléctrico (electrolito) completándose la electrólisis.</p> <p>Una de las placas de platino estará en contacto con el aire del exterior, por lo tanto se producirán una mayor cantidad de iones oxígeno y la otra placa estará en contacto con los gases de escape, en donde se producirá una menor cantidad de iones, lo que nos dará una diferencia de potencial entre ambas placas.</p> <p>Cuando existe una mayor cantidad de oxígeno en los gases de escape se formarán más iones y la diferencia de potencial entre ambas placas será menor, razón por la cual el voltaje de señal a la computadora también será</p>

menor, lo que indicará una mezcla pobre. Cuando existe una menor cantidad de oxígeno en los gases de escape, se formarán una menor cantidad de iones O<sub>2</sub>, lo que dará como resultado una mayor diferencia de potencial, razón por la cual el voltaje de señal a la ECM será mayor e indicará una mezcla rica.

**PROCEDIMIENTO:**

1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.
2. Observe que la luz de **check engine** está encendida.
3. Calentamos el sensor hasta llegar a una temperatura parecida a la de funcionamiento, y ahí veremos cómo cambian los valores de este sensor de acuerdo a variación de temperatura.
4. Medir el voltaje de señal del sensor de oxígeno en condiciones de aire puro y aire con CO<sub>2</sub> y registrar los datos obtenidos en la tabla 18.

**Tabla 18.** Voltaje de Señal

<b>CONDICION DEL AIRE</b>	<b>VALORES DE VOLTAJE (V)</b>
Aire puro	
Aire con CO <sub>2</sub>	

5. Con el sensor desconectado poner el interruptor en la posición de encendido y observar las pulsaciones de la lámpara check engine. ¿Cuál es el código que se registra?

**PREGUNTAS:**

1. ¿Cuáles son los valores de resistencia que se miden en el HEGO?
2. ¿Cuáles serían los síntomas de un auto en el cual no funcione el HEGO?
3. ¿De qué manera varía el voltaje de señal del HEGO de acuerdo a la cantidad de oxígeno presente en los gases de escape?

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:**

**BIBLIOGRAFÍA**

#### 4.4.2.5 Práctica N° 6: Sensor posición del cigüeñal (CKP)

<b>OBJETIVOS:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Determinar el voltaje de señal del sensor.</li><li>- Conocer la manera de realizar el autodiagnóstico en el módulo.</li><li>- Eliminar los códigos de falla almacenados en la memoria de la ECM.</li></ul>
<b>EQUIPO NECESARIO:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Banco de Pruebas.</li><li>- Multímetro análogo o digital.</li><li>- Tacómetro óptico.</li></ul>
<b>MARCO TEÓRICO:</b>
<p>La misión del sensor CKP es la de informar a la computadora la posición del cigüeñal con respecto al PMS, del primer cilindro, para de esta manera controlar el encendido y el punto de inyección de combustible.</p> <p>El sensor de rotación es del tipo inductivo, consta de una bobina de alambre, un imán permanente y un núcleo de hierro, todos estos componentes están encapsulados en un cuerpo metálico o plástico. Cuando pasa un diente de la rueda reluctora por el sensor, atrae las líneas de fuerza del campo magnético que rodea al imán, conforme se mueven las líneas, pasan a través de la bobina de alambre y genera un pequeño pulso de tensión.</p> <p>La señal que el sensor envía a la computadora, es un voltaje de corriente alterna. La ECM transforma estas señales a ondas rectangulares que son procesadas.</p>
<b>PROCEDIMIENTO:</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.</li><li>2. Observe que la luz de <b>check engine</b> está encendida.</li><li>3. Hacemos girar la rueda reluctora controlando su velocidad con el acelerador.</li><li>4. Medir el voltaje de señal que da el sensor a diferentes velocidades de la rueda reluctora 600 rpm, 800 rpm, 1000 rpm y 1200 rpm, con la ayuda del</li></ol>

tacómetro óptico y registramos los valores obtenidos en la tabla 19.

**Tabla 19.** Voltaje de Señal

<b>VELOCIDADES DE LA RUEDA RELUCTORA (rpm)</b>	<b>VALORES DE VOLTAJE (V)</b>
600	
800	
1000	
1200	

6. Con el sensor desconectado poner el interruptor en la posición de encendido y observar las pulsaciones de la lámpara check engine. ¿Cuál es el código que se registra?

**PREGUNTAS:**

1. ¿Cuáles son los valores de voltaje que se miden en el CKP?
2. ¿Qué pasaría si el sensor de rotación no funciona?
3. ¿Cuál es la distancia que hay entre el sensor CKP y la rueda reluctora?

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:**

**BIBLIOGRAFÍA**

#### 4.4.2.6. Práctica N° 7: Válvula paso a paso de relanti (IAC)

<b>OBJETIVO</b>						
<ul style="list-style-type: none"><li>- Determinar el funcionamiento de la válvula IAC.</li><li>- Conocer el propósito de la válvula IAC dentro del sistema.</li><li>- Verificar la resistencia de los bobinados de la válvula.</li></ul>						
<b>EQUIPO NECESARIO:</b>						
<ul style="list-style-type: none"><li>- Banco de pruebas</li><li>- Multímetro análogo o digital.</li></ul>						
<b>MARCO TEÓRICO:</b>						
<p>La válvula de control de aire (IAC) ajusta la cantidad de aire, que le permite desviarse más allá de la válvula del acelerador en posición de marcha mínima, con el fin de mantener la velocidad apropiada mínima, o marcha en ralentí.</p> <p>La IAC es un motor paso a paso con cuatro terminales y dos bobinados, y es necesario comprobar la resistencia de los bobinados para determinar el estado de la válvula.</p>						
<b>PROCEDIMIENTO:</b>						
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.</li><li>2. Observe que la luz de check engine está encendida.</li><li>3. Verifique el voltaje de alimentación de la válvula IAC y registre en la tabla 1</li><li>4. Verifique la continuidad en los bobinados de la válvula IAC y registre</li><li>5. Verifique la continuidad en los bobinados de la válvula, conectando el multímetro en los terminales de dos en dos y registre estos valores en la tabla 20.</li></ol>						
<p style="text-align: center;"><b>Tabla 20. Resistencia de los Bobinados</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"><thead><tr><th colspan="2"><b>VOLTAJE DE ACTIVACION (V)</b></th></tr></thead><tbody><tr><td><b>RESISTENCIA 1 (<math>\Omega</math>)</b></td><td></td></tr><tr><td><b>RESISTENCIA 2 (<math>\Omega</math>)</b></td><td></td></tr></tbody></table>	<b>VOLTAJE DE ACTIVACION (V)</b>		<b>RESISTENCIA 1 (<math>\Omega</math>)</b>		<b>RESISTENCIA 2 (<math>\Omega</math>)</b>	
<b>VOLTAJE DE ACTIVACION (V)</b>						
<b>RESISTENCIA 1 (<math>\Omega</math>)</b>						
<b>RESISTENCIA 2 (<math>\Omega</math>)</b>						

6. Con los valores obtenidos determinar el estado de la válvula IAC.
<b>PREGUNTAS:</b>
1. ¿Cuál es el propósito de la válvula IAC en el sistema? 2. ¿Cuál es el voltaje de alimentación de la válvula? 3. ¿Qué sucede en el motor del vehículo al desconectar la alimentación de la válvula?
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>

#### 4.4.2.7. Práctica N<sup>o</sup> 8: Comprobación de los inyectores del sistema

<b>OBJETIVOS:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Determinar el funcionamiento correcto de los inyectores.</li><li>- Realizar todas las pruebas pertinentes para saber el estado de los inyectores.</li><li>- Verificar la resistencia de los inyectores.</li><li>- Verificar el voltaje de activación de los inyectores.</li></ul>
<b>EQUIPO NECESARIO:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Banco de Pruebas.</li><li>- Multímetro análogo o digital.</li><li>- Lámpara de pruebas.</li><li>- Tacómetro.</li></ul>
<b>MARCO TEÓRICO:</b>
<p>Los inyectores, son electro válvulas operados por solenoides y están encargados de pulverizar el combustible en los conductos del colector de admisión.</p> <p>La presión de inyección es la misma que tiene la rampa de inyectores. El combustible ingresa al inyector a través de un pequeño filtro, circula por el interior, hasta llegar a un orificio, y luego pasa alrededor de la aguja del inyector para luego terminar en el espacio anular de la tobera. La aguja del inyector es presionada a su base por un muelle o resorte, y sella la salida de combustible.</p> <p>La ECM controla al inyector por medio de pulsos eléctricos, los que excitan a unas bobinas y atraen a un núcleo magnético que es solidario a la aguja del inyector, venciendo la resistencia del muelle, para abrir la salida del combustible y sea inyectado y pulverizado.</p> <p>La cantidad de combustible que requiere ser inyectado según la carga del motor, depende del tiempo de abertura de los inyectores, esto depende a su vez del tiempo del pulso eléctrico que va entre 2 y 10 milésimas de segundo</p>

dependiendo de la velocidad

**PROCEDIMIENTO:**

1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.
2. Observe que la luz de **check engine** está encendida.
3. Con el inyector desconectado y haciendo girar la rueda reluctora, verificar la existencia del pulso de activación, con la ayuda de la lámpara de pruebas. ¿Se enciende? (realizar para los cuatro inyectores)
4. Con el inyector desconectado y con la ayuda del voltímetro medir el voltaje de activación y registrar los valores de los cuatro inyectores en la tabla 21

**Tabla 21.** Voltaje de Activación

	<b>VOLTAJE (V)</b>
<b>INYECTOR 1</b>	
<b>INYECTOR 2</b>	
<b>INYECTOR 3</b>	
<b>INYECTOR 4</b>	

5. Medir la resistencia de cada inyector con la ayuda del óhmetro y registrar los valores en la tabla 22.

**Tabla 22.** Resistencia de los Inyectores

	<b>RESISTENCIA (<math>\Omega</math>)</b>
<b>INYECTOR 1</b>	
<b>INYECTOR 2</b>	
<b>INYECTOR 3</b>	
<b>INYECTOR 4</b>	

**PREGUNTAS:**

1. ¿Cuál es el ángulo de inyección más utilizado en los motores de gasolina?
2. ¿Cuál es el valor de voltaje de activación de los inyectores?
3. ¿Cuál es el tiempo que toma la inyección?

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

**BIBLIOGRAFÍA.**

#### 4.4.2.8. Practica N<sup>o</sup> 9: Inspección del circuito del sistema.

<b>OBJETIVOS:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer el funcionamiento del diagrama eléctrico en el módulo de pruebas.</li> <li>- Familiarizarse con las diferentes conexiones.</li> <li>- Conocer los valores de resistencia de los diferentes circuitos.</li> </ul>
<b>EQUIPO NECESARIO:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Banco de Pruebas</li> <li>- Multímetro análogo o digital.</li> </ul>
<b>MARCO TEÓRICO:</b>
<p>El diagrama eléctrico debe ser elaborado en base a la distribución lógica de los diferentes componentes del sistema (sensores, actuadores, etc.), con respecto a los pines que posee la computadora que a continuación se describe en las siguientes tablas.</p>

**Tabla 23.** Pines y conectores A – B.

<b>PIN</b>	<b>FUNCIÓN</b>
A2	Línea de señal del Sensor de posición del cigüeñal (CKP) P35
A3	Relé de corte del A/C K60
A4	Relé del Ventilador K1
A5	Relé del Ventilador K2
A7	Línea del. Sensor de Presión Absoluta en el Colector (MAP) P23
A8	Línea del serial del Sensor del Posición de la Mariposa de aceleración (IPS) P 34
A10	Entrada del TCM solamente A/T
A11	Líneas de Masa del Sensor de temperatura del líquido de enfriamiento (CIS) P30, Sensor de presión Absoluta en el Colector (MAP) P23 y el Sensor de Presión del Acondicionador de Aire P80 Conector de Octanaje XI5
A12	Masa del ECM
B1	Voltaje de la batería.
B2	Línea de señal del Sensor de velocidad del vehículo (VSS).
B3	Masa del sensor de posición del cigüeñal (CKP) P35.
B6	Relé de la bomba de combustible K58.
B7	Línea de datos Seriales del terminal J del enchufe ALDL B5 GX 13.
B8	Alimentación de energía (5v) del sensor de Presión Absoluta del colector P23, sensor de posición de la Mariposa de Aceleración (TPS) P34
B10	Masa de ECM.
B11	Línea de señal del sensor de oxígeno (O2) P33
B12	Línea de señal

**Tabla 24.** Pines y conectores C – D.

<b>PIN</b>	<b>FUNCIÓN</b>
C1	Control de la masa de verificación del borne H30.
C2	Señal de la salida del Tacómetro (si está equipado).
C3	Línea de señal EST B.
C4	Voltaje de encendido.
C5	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.
C6	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.
C7	No utilizado.
C8	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.
C9	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.
C10	No utilizado.
C11	Control de Masa de los inyectores 1/4.
C12	No utilizado.
C13	Conector del inyector
C14	Conector del inyector
C15	Control de Masa de los inyectores 2/3.
C16	Voltaje de la batería.
D1	Masa del ECM
D2	Línea de la masa del sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración (TPS) P354, y Sensor de Temperatura del Aire de la admisión (JAU) P3.1.
D3	Señal del sensor de Temperatura del Aire de la Admisión (JAU) P31.
D4	No utilizado
D5	Interruptor de solicitud del Acondicionador de Aire.
D6	No utilizado.
D7	No utilizado.
D8	Línea de Activación de diagnóstico del Borne b del enchufe ALDL X13
D9	No utilizado
D10	Línea de Señal EST A.
D11	Señal del conector de Octanaje X15.
D12	No utilizado.
D13	No utilizado.
D14	No utilizado.
D15	No utilizado.
D16	No utilizado.

**PROCEDIMIENTO:**

1. Desconectar la batería
2. Desconectar los conectores del ECM
3. Verificar la continuidad entre cada pin del conector de la computadora y su respectivo sensor o actuador al que corresponda, para lo cual ayúdese de las tablas 23 y 24, luego registre los valores obtenidos en la tabla 25 y 26.

**Tabla 25. Resistencia del Circuito**

<b>PIN</b>	<b>COMPONENTE</b>	<b>VALOR DE RESISTENCIA (<math>\Omega</math>)</b>
A1	No utilizado	
A2	Línea de señal del Sensor de posición del cigüeñal (CKP) P35	
A3	Relé de corte del A/C K60	
A4	Relé del Ventilador K1	
A5	Relé del Ventilador K2	
A7	Línea del. Sensor de Presión Absoluta en el Colector (MAP) P23	
A8	Línea del serial del Sensor del Posición de la Mariposa de aceleración (IPS) P 34	
A10	Entrada del TCM solamente A/T	
A11	Líneas de Maza del Sensor de temperatura del líquido de enfriamiento (CIS) P30, Sensor de presión Absoluta en el Colector (MAP) P23 y el Sensor de Presión del Acondicionador de Aire P80 Conector de Octanaje XI5	
A12	Masa del ECM	
B1	Voltaje de la batería.	
B2	Línea de señal del Sensor de velocidad del vehículo (VSS).	
B3	Masa del sensor de posición del cigüeñal (CKP) P35.	
B6	Relé de la bomba de combustible K58.	
B7	Línea de datos Seriales del terminal J del enchufe ALDL B5 GX 13.	
B8	Alimentación de energía (5v) del sensor de Presión Absoluta del colector P23, sensor de posición de la Mariposa de Aceleración (TPS) P34	
B10	Masa de ECM.	
B11	Línea de señal del sensor de oxígeno (O2) P33	
B12	Línea de señal del sensor de temperatura del líquido de enfriamiento (CTS) P30.	

**Tabla 26.** Resistencia del Circuito

<b>PIN</b>	<b>FUNCION</b>	<b>VALOR DE RESISTENCIA (<math>\Omega</math>)</b>
C1	Control de la masa de verificación del borne H30.	
C2	Señal de la salida del Tacómetro (si está equipado).	
C3	Línea de señal EST B.	
C4	Voltaje de encendido.	
C5	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.	
C6	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.	
C8	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.	
C9	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.	
C11	Control de Masa de los inyectores 1/4.	
C13	Conector del inyector	
C14	Conector del inyector	
C15	Control de Masa de los inyectores 2/3.	
C16	Voltaje de la batería.	
D1	Masa del ECM	
D2	Línea de la masa del sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración (TPS) P354, y Sensor de Temperatura del Aire de la admisión (JAU) P3.1.	
D3	Señal del sensor de Temperatura del Aire de la Admisión (JAU) P31.	
D4	No utilizado	
D5	Interruptor de solicitud del Acondicionador de Aire.	
D8	Línea de Activación de diagnóstico del Borne b del enchufe ALDL X13	
D9	No utilizado	
D10	Línea de Señal EST A.	
D11	Señal del conector de Octanaje X15.	

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. CONCLUSIONES

- Se habilitó el motor Corsa Evolution 1.4 que se encontraba en los talleres de ingeniería automotriz, y de esta manera se logró recuperar la operatividad del sistema de inyección electrónica, sistema de escape, sistema de enfriamiento y sistema de carga para su posterior adaptación del sistema de inyección electrónica del Corsa Wind.
- Se adaptó el sistema de inyección Corsa Wind al motor Corsa Evolution que se encontraba en la carrera, esto fue posible gracias a la similitud de los sistemas de inyección en cuanto a sensores, actuadores y en la unidad de control electrónica, dando como resultado la operatividad y el correcto funcionamiento. se determinó los códigos de falla con las pruebas en el módulo electrónico y dio como resultado los códigos 23 que se refiere al sensor de velocidad y el código 94 que corresponde al fallo de módulo de control Quad 8, que no impidieron el correcto funcionamiento.
- Se elaboró guías de prácticas de los sensores, actuadores y unidad de control electrónica mediante los resultados obtenidos de la investigación en el banco de pruebas.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Efectuar siempre las practicas con la ayuda de un docente, ya que el banco de pruebas tiene elementos de riesgo.
- Antes de proceder a la utilización del banco de pruebas se debe inspeccionarlo completamente para detectar cualquier fugo o avería.
- Realizar las prácticas en un sitio con ventilación ya que los ruidos y los gases que emana el motor pueden ser riesgosos para los estudiantes.
- Al realizar las pruebas de cada uno de los sensores y actuadores se debe respetar sus parámetros de funcionamiento para no ocasionar el ingreso de códigos de falla en el ECU.
- realizar un estudio de la adaptación de nuevos sistemas de combustible como GLP (gas licuado de petróleo),

## **BIBLIOGRAFÍA**

## BIBLIOGRAFÍA

*Aficionados a la mecánica*. (s.f.). Recuperado el 26 de 05 de 2014, de <http://www.aficionadosalamecanica.net/encendido-electronico-integral.htm>

Booster, A. (5 de febrero de 2012). *Encendido Electrónico*. Recuperado el 27 de 05 de 2014, de Encendido Electronico: <http://www.encendidoelectronico.com/vista.php?id=45>

Boschservice. (6 de Mayo de 2005). *Boschservice*. Recuperado el 20 de 05 de 2014, de Boschservice: [http://www.boschservice.com.pe/informaciones\\_tecnicas/pdf/bomba.pdf](http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/bomba.pdf)

DIPAC. (s.f.). *Tubería* . Recuperado el 31 de 05 de 2014, de [http://www.dipacmanta.com/images/pdf/descargas/catalogo\\_tuberia.pdf](http://www.dipacmanta.com/images/pdf/descargas/catalogo_tuberia.pdf)

*e-auto.com.mx para mecánicos y refaccionarios*. (s.f.). Recuperado el 25 de 05 de 2014, de <http://e-auto.com.mx/enew/index.php/91-boletines-tecnicos/electronica-vehicular/3438-lazo-abierto-y-lazo-cerrado-en-la-inyeccion>

*Aficionados a la mecánica* . Recuperado el 26 de 05 de 2014, de <http://www.aficionadosalamecanica.net/encendido-electronico-integral.htm>

Motors, G. (2002). *Manual de Servicio Corsa*. (G. Publicaciones, Ed.) Madrid, España.

Rueda, J. (2000). *Técnico en Mecánica y Electrónica Automotriz* (Vol. II). Bogotá, Colombia: CODESIS LTDA.

Rueda, J. (2003). *Técnico en mecánica y electrónica automotriz*. Bogotá, Colombia: Editorial DISELI.

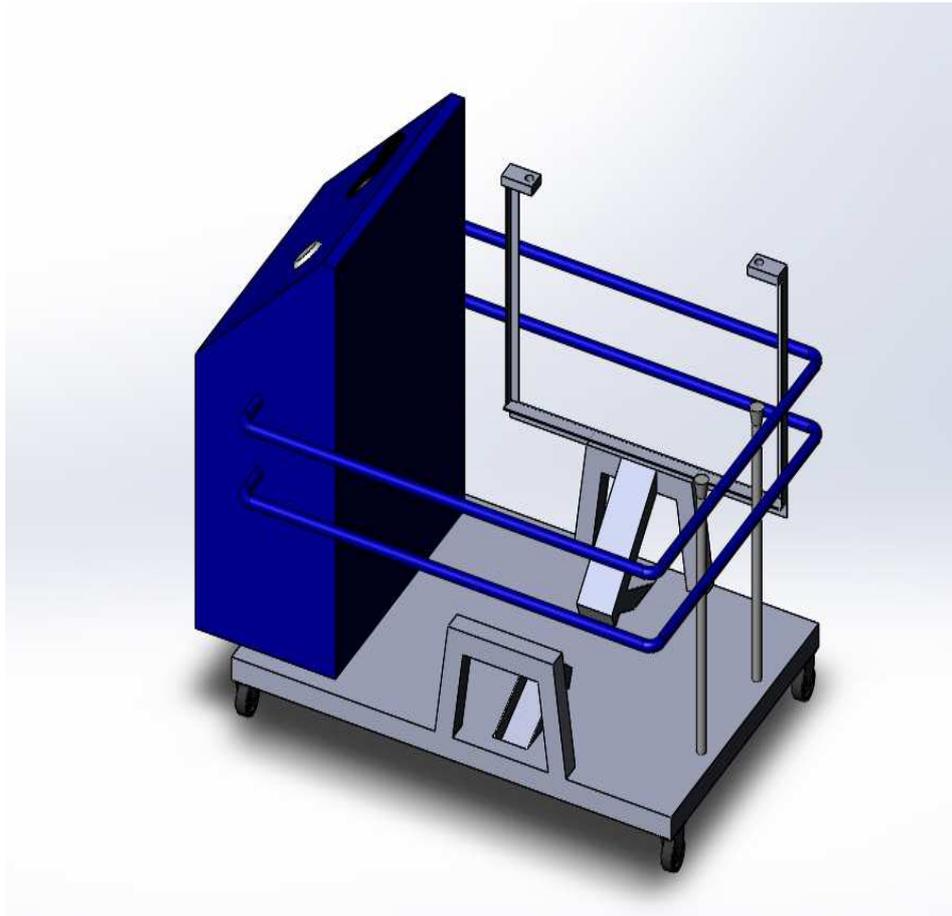
Santander, J. (2005). *Manual técnico de Fuel Injection* (Vol. I). Guayaquil: Diseli.

Gutiérrez J. L. (2007). *Códigos de Fallas*. Quito-Ecuador: Editorial América.

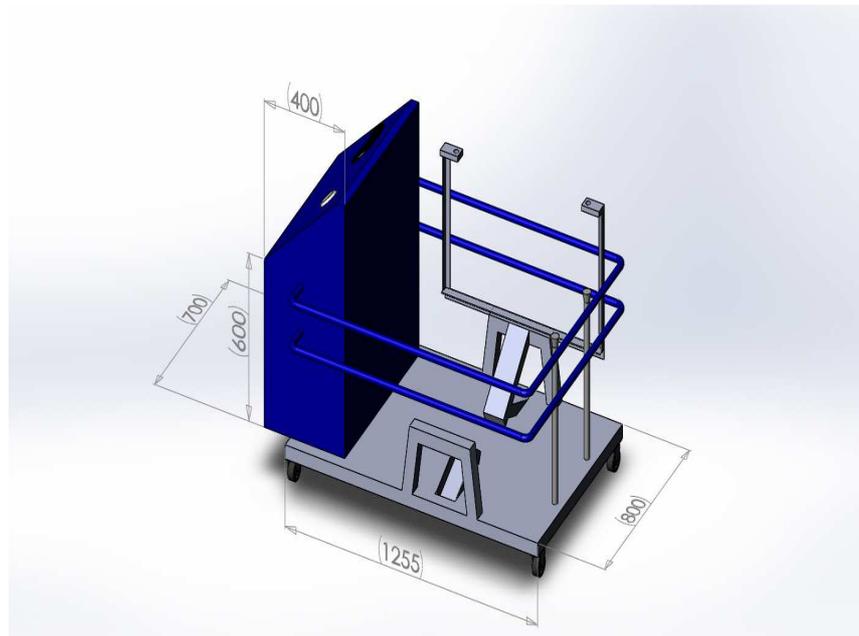
**ANEXOS**

## ANEXO I

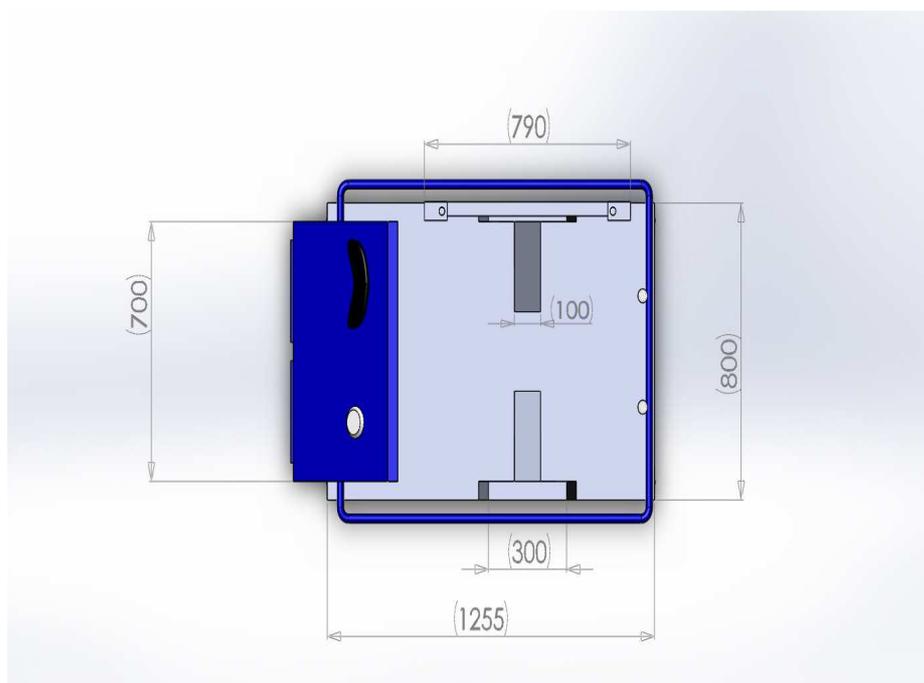
### DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL BANCO DE PRUEBAS



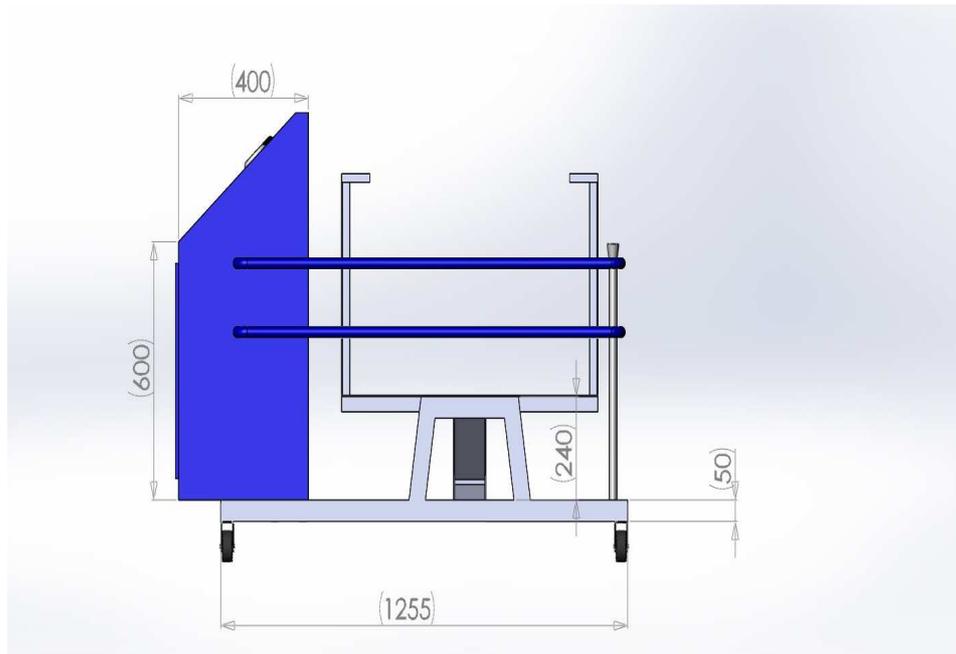
Estructura del motor



Perspectiva del motor



Vista superior de la estructura del motor



Vista lateral de la estructura